

CONTENTS OF NO. 21

(In Japanese with English summary)

TANAKA, S.

A consideration on the rational exploitation of the stock of sardine, *Sardinops melanosticta* (T. & S.) (1)

WATANABE, N.

moderation ✓ On the mechanism of variation in water temperature and chlorinity of upper layer in the seas southwest off Kyushu and around Nansei-Shoto (15)

TAKAYAMA, S. and KOYAMA, T.

Efficiency of a trawl kite compared with ordinary trawlers (25)

HAYASHI, I.

Swelling, elongation, breaking strength and elasticity of synthetic snell lines (33)

HAYASHI, I.

Breaking strength of amilan rope at low temperature (35)

HAYASHI, I.

Preserving effect of copper naphthenate for fishing nets (39)

HAYASHI, I.

Effect of tar acids on synthetic fiber fishing twine (43)

OKADA, M. and YAMAZAKI, A.

Action of polyphosphates in fish sausage products—I.

Influence of processing conditions on the effects of phosphates (49)

Published Quarterly by

TOKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

TSUKISHIMA, CHUO-KU, TOKYO

JAPAN

本報告略号
—東海水研報—

Abbreviation of this bulletin
—Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.—

昭和 33 年 8 月 25 日 印刷
昭和 33 年 8 月 31 日 発行

発行所 水産庁東海区水産研究所
東京都中央区月島 3 号地

発行者 源 生 一 太 郎
東京都中央区月島 3 号地

印刷者 田 中 忠 雄
東京都中央区新富町 3 の 6

印刷所 日本応用印刷株式会社
東京都中央区新富町 3 の 6
電話 築地 (55) 7191~5

マイワシ資源利用の合理化についての一つの検討*

田 中 昌 一

I. ま え が き

戦后次第に回復しつつあるようにみえたマイワシ漁業は、1953 年頃から再び下りぎみの傾向を示している。漁獲量は年々減少し、漁業者にとって深刻な問題となつてゐる。これを資源調査によつて得られた年令組成からみると、当才魚において漁獲の減少が著しく、大羽イワシではそれほど顕著ではない。当才魚の減少の理由については、資源量そのものの減少、及び漁獲率の減少(availability の減少、或は漁獲努力量の減少による)の二つが考えられているが、たしかなことはわからない。又資源量の減少とした場合にも、これが自然要因によるのか、漁獲によるのかについては、一致した見解はない。(技術会議資料¹¹⁾ 参照のこと)

ともあれ、資源調査の結果、第 1, 2 表に示すように、漁獲物中の当才魚の割合が、尾数では 90% 以上、重量でも 50% 以上に達していることはあきらかなことであり、これがマイワシ資源利用の方法として適当なものであるかどうかを吟味することは重要なことである。当才魚の漁獲が大羽マイワシの資源に悪い影響を与え、又ひいては、マイワシ資源の再生産にも作用を及ぼしているのではないか、ということは、だれでもがもつ疑いであろう。

さて、BEVERTON (1953)³⁾ は、トロール漁業のモデルにしたがつて、plaice 等の資源の合理的利用について計算を行なつてゐるが、その際必要になるデータは、成長曲線、最小漁獲年令及び自然死亡係数である。マイワシの資源についても彼の方法を応用することはできる。そして、必要な三種のデータのうち、成長曲線と最小漁獲年令については、従来の体長、年令組成の調査結果から、だいたいの見当をつけることができる。ところが、自然死亡係数が充分あきらかでないため、その評価にしたがつて、結論もまちまちになつてゐる。たとえば、横田・浅見 (1956)¹⁴⁾ は小中羽の自然死亡は小さいとして小中羽漁の制限を主張し、山中・伊東 (1957)¹³⁾ は当才魚の自然死亡を高く評価して、小中羽漁の大羽漁への影響はないものとみている。

このような現状において論議をする一つの方法は、自然死亡についていろいろな値を仮定し、それぞれについて漁獲係数と漁獲量の関係を求めてみることである。そして、仮定として、考え得る種々の場合を充分に広くとりあげるならば、その中からマイワシ資源利用の合理化についての一つのヒントが得られるであろう。

このような立場に立つて考えてみたのが本論文である。

II. マイワシの成長曲線と漁獲物曲線

BERTALANFFY (1938)²⁾ は、生物の成長を新陳代謝の機構から考え、同化作用は面積、即ち体長の 2 乗に比例したある量によつて支配され、異化作用は体重、即ち体長の 3 乗に比例するものとして、一つの微分方程式を得、これを解いて成長曲線を得た。BEVERTON (1953)³⁾ は、この成長曲線は最もよく魚の体重の増加を示すものとして、彼の理論の中にとり入れた。この成長曲線は、

$$w = w_{\infty} (1 - e^{-K(x-x_0)})^3 \dots\dots\dots (1)$$

であらわされる。ここで w は体重、 x は年令、 w_{∞} 、 K 及び x_0 はある常数である。日本のマイワシについても、佐藤 (1953)⁷⁾、林 (1957)⁴⁾ は体長の成長について、上の式を立方に開いた式、

* 1958 年 5 月 26 日受理 東海区水産研究所業績 A 第 73 号。

第 1 表 マイワシの年令別漁獲尾数⁵⁾⁶⁾¹³⁾¹⁴⁾ (10⁵ 尾)
Table 1. Number of sardine catch by age (in million fish).

Year class 年級 年	1955	1954	1953	1952	1951	1950	1949	1948	1947	1946	1945	1944	1943	Indistinct	Total 計	1 才以上 Over than Oage %	2 才以上 Over than I-age %	2 才以上の Survival rate of over than I-age fish %
1949						12 34,259	1,117	292	203	74	8				35,965	1,694 4.7	577 1.6	0.58
50					357 29,191	889	314	186	114	32	1	1			31,085	1,537 4.9	648 2.1	0.82
51					35,671 1,068	435	297	94	77	51	9	3	1		37,706	2,035 5.3	967 2.6	0.79
52				18,510	1,359	649	598	129	20	14	4				21,283	2,773 13.0	1,414 6.6	0.45
53			25,443	765	630	318	281	41	3	0					27,481	2,038 7.4	1,273 4.6	0.34
54		14,839	997	740	315	80	38	3	1						17,013	2,174 12.8	1,177 6.9	0.27
55	15,382	497	532	233	63	18	5	0							16,730	1,348 8.1	851 5.1	—

第 2 表 マイワシの年令別漁獲重量⁵⁾⁶⁾¹³⁾¹⁴⁾ (10³ 貫)
Table 2. Sardine catch in weight by age (in thousand kwans or 3.75 tons)

Year class 年級 年	1955	1954	1953	1952	1951	1950	1949	1948	1947	1946	1945	1944	1943	Indistinct	Total 計	1 才以上 Over than Oage %	2 才以上 Over than I-age %	2 才以上の Survival rate of over than I-age fish %
1949						0 45,855	10,376	6,881	6,526	2,558	321				72,517	26,662 36.8	16,286 22.4	
50					2 43,860	7,008	6,875	5,684	4,054	1,343	37	34			68,897	25,035 36.3	18,027 26.2	
51					68,284 10,636	9,902	8,773	3,117	2,658	1,778	310	106	49		105,613	37,329 35.3	26,693 25.3	
52			32,781 13,032	12,770 16,205	3,910	618	541	140							79,997	47,216 59.0	34,184 42.7	
53		53,853 11,072	14,029 8,593	7,084 1,315	142	38									96,126	42,273 44.0	31,201 32.5	
54	32,410	8,638 14,660	8,609 2,484	1,815 216	281										69,113	36,703 53.1	28,065 40.6	

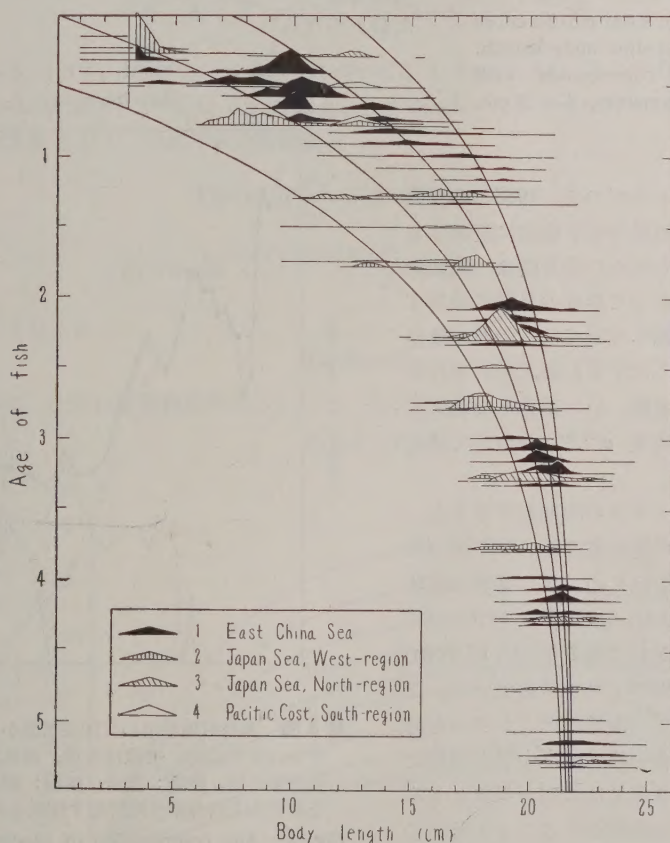
即ち

$$l = l_{\infty} (1 - e^{-K(x-x_0)}) \dots\dots\dots (2)$$

がよくあてはまることをみとめている。 w_{∞} と K の値は、体重の 1/3 乗について、WALFORD (1946)¹²⁾ にしたがって定差図をかくと、容易に推定される。又肥満度が年令に関して一定であるとする、体長について近似的に求めることもできる。

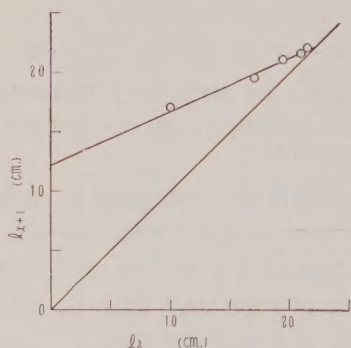
マイワシの 1955 年における、日本海、東支那海、太平洋南区方面の年令別の体長組成を、各海区水産研究所の資料によつて図示すると、第 1 図となる。ここでモードの位置を適当にひろつて、それぞれの年の中間附近での体長を、0 才で 10 cm, 1 才で 17 cm, 2 才で 19.5 cm, 3 才で 21 cm, 4 才で 21.5 cm, 5 才で 22 cm とおき、定差図をかくと、第 2 図となる。これから、だいたいよくあてはまる値として、 $l_{\infty}=22.0$ cm, $K=0.8$ をえらび、マイワシの成長曲線を

$$l = 22.0 (1 - e^{-0.8x}) \dots\dots\dots (3)$$



第 1 図 1955 年におけるマイワシの海区域別、年令別体長組成、及びあてはめられた成長曲線。海区域別：(1) 東支那海区、(2) 日本海西部、(3) 日本海北部、(4) 太平洋南区。横軸：体長(cm)，縦軸：年令。

Fig. 1. Body length distributions of sardine by ages and by regions as of 1955, with BERTALANFFY's growth curves fitted. From the figure it seems reasonable to assume that age of individual fish can be expressed by body length, to transform the length composition into age composition.



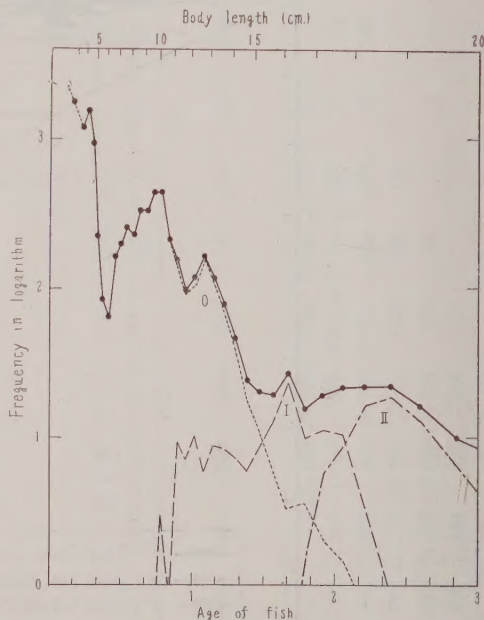
第2図 マイワシ体長の WALFORD の定差図。 $l_{\infty}=22$ cm, $K=0.8$ 。

Fig. 2. WALFORD's finite differences diagram for sardine body length. Straight line corresponds with values of parameters, $l_{\infty}=22$ cm, $K=0.8$.

以上の仮定にしたがつて、1955年の全国のマイワシ体長組成を年令組成に変換すると、第3図が得られる。第3図は、横軸を成長曲線にしたがつて年令の尺度に換算するとともに、縦軸については、相対的量の比較ができるようにするため、それぞれの点で時間間隔の逆数、いいかえるならば、各年令別の成長速度 $e^{-0.8x}$ をかけて補正してある。

図をみると、シラスの時期をすぎると、一旦急激に尾数が減少するが、半年頃（約6 cm）から上昇をはじめ、9 月頃（約10 cm）に極大を示し、以後多少上下しつつ減少を続ける。そして満2年（約17.5 cm）になつた頃から再び上昇を示している。これは即ち、マイワシ漁業には、シラスを対象とする漁業、若令魚又は小中羽を対象とする漁業と、高令魚又は大羽を対象とする漁業という三つの段階があることを示している。そして、それぞれが、だいたい6 月まで、6 月から2年まで、2年から最高年令（一応7年とする）までとわけられる。シラス漁業の時期は、生態的にも、生

とおくことにする。ここで x は年、 l は cm 単位である。 x_0 は簡単のために0としてある。この曲線は第1図上に重ねて画いてある。産卵期の差によると思われるが、実際の体長は、特に若年魚で、かなり巾をもっている。そのために、半年ずつずらせた成長曲線も同時に示しておいた。図からみると、個々の魚の成長曲線は、生れた時期の差にかかわらず一定であると仮定することは、むりのないことのように思われる。したがって、個々の魚の満年令は、高年魚をのぞいて、すべて体長で測られるということになる。そして $x_0=0$ とおいたことによつて、年令起算の時を、実際の生れた時でなく、成長曲線を前の方に外挿した時に、体長が0となる点にとつたことになる*。



第3図 成長曲線を用いて体長組成から変換したマイワシの年令組成。実線は合計、他は鱗により査定された年令別。横軸：年令、縦軸：頻度の対数。図の上の目もりは各年令に対応す体長を示す。

Fig. 3. Age composition of sardine as of 1955 converted from length composition. Solid line: Total frequency. Others: Frequencies by ages determined by scale reading. Scale at the top of the figure indicates the length corresponding to the age on the abscissa.

* この成長曲線は、シラスの時期のように、成魚型と異なつた新陳代謝の機構をもつた時期にあてはめることはできない。したがって、幼稚仔の時代の成長曲線は、一般にこの曲線からはずれている。そして、この成長曲線で $l=0$ となる点と、実際の生れた時とは一致しない。

理的にも、特殊な状態にあつて、それ以後と同等に扱うことはできないと考えられるので、小中羽以後を対象に考えてみることにする。

III. 等漁獲量曲線

成長曲線が BERTALANFFY の式であらわれ、又魚の減少が指数函数的で、しかも漁業による選択が切断的である時には、漁獲量は

$$Y = w_{\infty} R e^{-M(x_c - x_r)} \frac{F}{Z} D(\xi_c, \xi_d; Z') \dots\dots\dots (4)$$

R : 加入量, x_r : 加入年令, x_c : 漁獲され出す年令, Z : 全減少係数, F : 漁獲係数,
 M : 自然死亡係数,
 $Z' = Z/K$, $F' = F/K$, $M' = M/K$, $\xi_c = Kx_c$, $\xi_d = Kx_d$, x_d : 最高年令

$$D(\xi_c, \xi_d; Z') = Z' e^{Z' \xi_c} \int_{\xi_c}^{\xi_d} (1 - e^{-\xi})^3 e^{-Z' \xi} d\xi$$

であらわされる (田中, 1958⁸⁾)。マイワシについて, $x_c = x_r$ とし, 又小中羽 (S) については $x_c = 0.5$, $x_d = 2.0$, 即ち $\xi_c = 0.4$, $\xi_d = 1.6$ とし, 大羽 (L) については $x_c = 2.0$, $x_d = 7.0$, 即ち $\xi_c = 1.6$, $\xi_d = 5.6$ とおく。それぞれの漁獲量は

$$Y_S = w_{\infty} R \frac{F'_S}{Z'_S} D(0.4, 1.6; Z'_S) \dots\dots\dots (5)$$

$$Y_L = w_{\infty} R e^{-Z'_S(1.6-0.4)} \frac{F'_L}{Z'_L} D(1.6, 5.6; Z'_L) \dots\dots\dots (6)$$

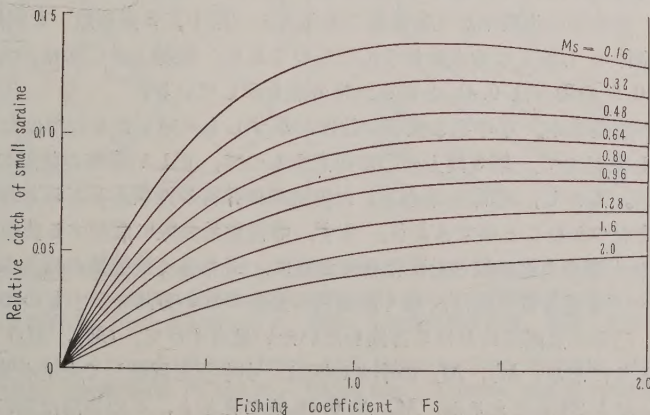
となる。全体としては

$$Y = Y_S + Y_L \dots\dots\dots (7)$$

である。さらに、大羽は産卵親魚であるとして、その量を考えると

$$P_L = Y_L / F_L \dots\dots\dots (8)$$

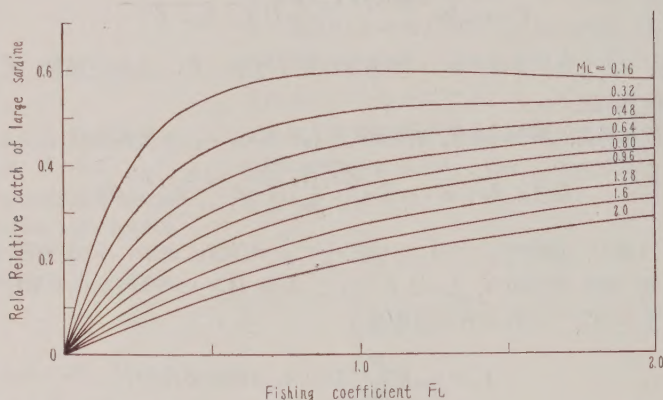
である。



第 4 図 いろいろな自然死亡係数について、漁獲係数に対して示した小中羽マイワシの漁獲量 (相対値)。横軸: 漁獲係数, 縦軸: 漁獲量。

Fig. 4. Catch in weight (relative value) of small sardine illustrated against fishing mortality coefficient F_S for various values of natural mortality coefficients M_S .

漁獲係数の変化によつて漁獲量がどのように変わるかを示すために、いろいろな自然死亡係数 M の場合について、第4図、第5図にこの関係を図示した。第4図では、相対的な小中羽漁 $\frac{F_s}{Z_s} D$ ($0.4, 1.6; Z_s$) を F_s に対して、又第5図には、同じく大羽漁 $\frac{F_L}{Z_L} D$ ($1.6, 5.6; Z_L$) を F_L に対して示してある。小中羽では、ある漁獲係数で極大があらわれるが、大羽では、成長がわるいために、自然死亡係数が $0.48 (M'=0.6)$ では極大がなくなつて、漁業が強いほど漁獲量が増すことになる。



第5図 いろいろな自然死亡係数について、漁獲係数に対して示した大羽マイワシの漁獲量(相対値)。横軸：漁獲係数、縦軸：漁獲量。

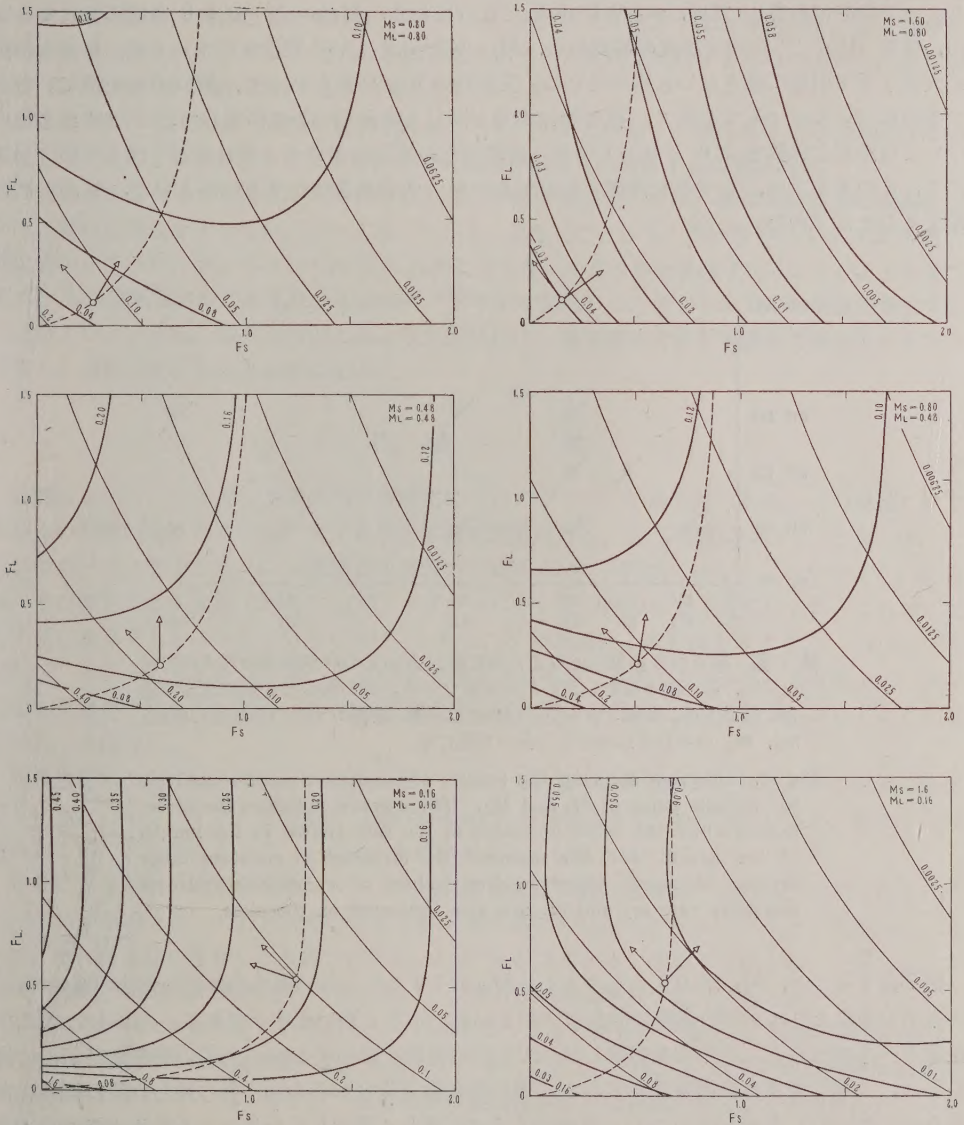
Fig. 5. Catch in weight (relative value) of large sardine illustrated against mortality coefficient F_L for various values of natural mortality coefficients M_L .

小中羽及び大羽の漁を加え合せ、いろいろな自然死亡係数について、 (F_s, F_L) に対して等量線をえがくと、第6図のようになる*。太い実線が等漁獲量曲線、細い実線が等大羽資源量曲線である。第6図上で現在の状態を示す点を求める必要があるが、それには、2才魚以上の漁獲重量の比率が $1/3$ 程度、又大羽の生残率が $1/2$ 程度であること(第1, 2表参照)を利用する。破線は、大羽の漁獲量が全体の $1/3$ となる点をむすんだものであり、破線上の○印は、大羽の生残率を、 0.5 (但し $M_L=0.8$ の場合は 0.4) とおいた時の点を示している。

マイワシ大羽の生残率や、小中羽と大羽の比は、必ずしも一定したものではなく、年々かなり変動している。したがつて、第6図上の○印の点をもつて、正しい現在の状態の推定値とみなすわけにはゆかない。しかし、○印を中心とした附近の曲線群の性状としてみる時に、我々はかなりはつきりと傾向をつかむことができよう。まず、等漁獲量曲線に直交する曲線群を考える。これは、小中羽及び大羽の漁獲の強さを変化させる時に、最も多く漁獲量の増加又は減少する方向を示している。一方等漁獲量曲線は、全く漁獲量に変化のない方向を示すものである。等量線に直交する曲線の、○印の点附近における方向をだいたい見当づけて、 (M_s, M_L) に対して図示すると、第7図のようになる。 M_s, M_L の小さい間は、小中羽を制限して大羽を強化する方向をむいているが、 M_s が 1.28 をこえるか、 M_L が 0.48 をこえると、この方向は急にかわつて、小中羽、大羽ともに強化する方向となる。

すでに述べたように、マイワシの自然死亡はよくわかつていないが、田内 (1942)⁹⁾ や横田、浅見 (1956)¹⁴⁾ の推定では $m=0.2\sim0.25$ 程度であつて、 $M_L=0.16$ と $M_L=0.32$ の間にあり、

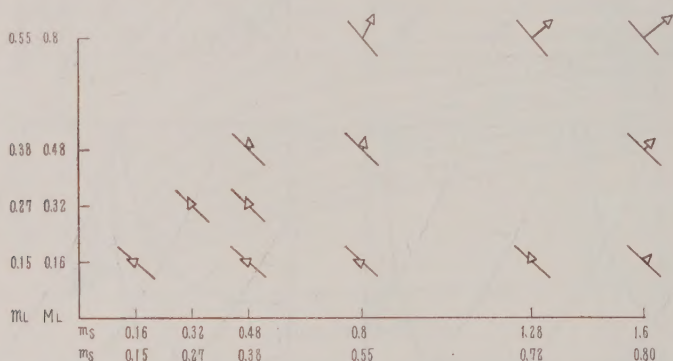
* 具体的方法については、付録を参照のこと。



第 6 図 小中羽と大羽の漁獲係数に対して示した等量線図。太線：漁獲量，細線：大羽資源量。○印がだいたいの現在点で，太い矢印は漁獲量増大の方向，細い矢印は大羽資源量の変化しない方向。各等量線につけられた数値はいずれも相対値を示す。横軸：小中羽の漁獲係数，縦軸：大羽の漁獲係数。

Fig. 6. Isopleth diagrams of sardine catch and large sardine biomass illustrated against fishing mortality coefficients F_S and F_L . Thick line: Contour line of total catch of sardine. Fine line: Contour line of large sardine biomass. Small circle roughly indicates the present condition of the fisheries by putting proportion of small sardine catch to the total at 2/3 in weight, and survival rate of large sardine at 0.5 or 0.4 in case of $M_L=0.8$. Thick and fine arrows indicate directions of increasing catch and constant large sardine biomass. All of figures on contour lines show the relative values.

又アメリカの例¹⁾では $m=1/3$ くらいにみているようであるが、これは $M_L=0.32$ に近い値となる。一方中井の計算¹¹⁾では、 $m=0.2\sim0.5$ となっており、 $M_L=0.32$ と 0.8 の間にあたる。山中、伊東 (1957)¹³⁾ は年令組成の解析から、 $M_L=0.3\sim3.5$ という数値を得ているが、自から誤差が大きすぎて引用に適さないと述べている。又田内の方法¹⁰⁾ にならつて、 $M_L=0.4$ を得ている。小中羽については一そう不明で、横田等は大羽と同じと考えているのに対して、山中は当才魚について自然死亡係数を 2.0 とおいている。自然死亡の推定値がここにひどくばらついているので、このままでは、小中羽を保護するのがよいか、大羽漁を強化するのがよいか、にわかに判断することはできない。



第 7 図 第 6 図の結果をとりまとめた図。太い矢印が 漁獲量の増大の方向を示し、その長さはだいたい増加率を示す。細い線分は大羽資源量の変化しない方向。横軸：小中羽の自然死亡係数，縦軸：大羽の自然死亡係数。 m_S , m_L はそれぞれ対応する偏自然死亡率。

Fig. 7. Diagram showing the results of isopleth diagram analysis for various pairs of M_S and M_L . Thick arrow indicates the direction in which the catch increases at the rate shown in the length of the arrow, and fine segment, the direction of constant large sardine biomass. Corresponding values of conditional natural mortality rate m_S and m_L are also indicated on the axes.

第 7 図でみると、 M_L が 0.3 より小さく、 M_S が 1.0 より小さい部分をのぞいた他の領域では、小中羽の制限よりは、大羽の漁獲の強化の方がよいということがいえそうである。しかし、ここで注意すべき事がある。小中羽を制限しないで大羽の漁獲を強化すると、大羽の資源量が著しく減少する。大羽の資源は産卵親魚群である。産卵群の量とそれからの加入群の量との間の関係はあきらかでないが、だからといって、往年にくらべて著しく縮小しているとみられるマイワシ大羽資源を、現在よりさらにへらすような事は、なされるべきではないであろう。だから、大羽資源量は現在より減少させないということを一つの条件として考えるべきである。第 6 図中には等大羽資源量曲線もえがいてある。○印の点を通して、この等量線に平行な線をえがいてみる。この方向も第 7 図中に示した。大羽、小中羽の自然死亡が非常に小さい時には、先に示した漁獲量増加の方向は、大羽資源増大の領域に向っているが、さもないと、最大の増加の方向は、大羽資源減少の方向にむいている。しかし、もし大羽資源を一定に保つたまま、小中羽漁を制限し、大羽漁を強化すると、多くの場合、多少とも漁獲量が增大すると期待されることは注目すべきである。ただし、 M_S が 1.6 或は M_L が 0.8 程度と大きくなると、この二つの方向は完全に直交し、大羽資源を減少させることなしに漁獲量を増大させることができなくなる。

漁獲の変化の方向のみでなく、変化させた時の漁獲量の増加の程度も重要である。第6図からこれを見ることは、方向の見当づけ以上にむづかしいが、ごく大ざっぱな増加率は、第7図中の矢印の長さで示される。但し、これは漁獲係数そのものの変化量に対するものであつて、変化率(たとえば1割の減少等)に対するものではない。

このように、現在の点(現実に観測されたデータ)をもとにして、変化さすべき方向及びその程度を考えることは重要なことである。この問題は将来さらに検討する必要がある。

以上の点を総合して考えるに、やはり自然死亡の値の推定なしには、資源の利用法の改善について、確かな判定を下せない、といえる。そして、自然死亡として、 M_S については1.3程度より大きいかどうか、 M_L については0.5程度より大きいかどうかを見当づけることがまず必要である。もし自然死亡がこれより小さければ、小中羽を制限して、そのかわりに大羽漁を強化することがよいといえる。自然死亡がこれより大きければ、ある意味で現在が適当であるということになり、漁業を変化させる必要はない。

IV. 論 議

前節において、マイワシ資源利用の合理化についての一つの結論を述べたが、この結論には当然多くの問題が含まれている。まず数値の誤差の問題がある。成長曲線についていうならば、その二つのパラメタのうち、 L_∞ は漁獲量を相対的に論ずる時には問題ではない。したがつて、 K の値のみが関係する。佐藤(1953)⁷⁾は同じマイワシについて $K=0.6$ と与えているが、これは、ここで用いた0.8とくらべるとかなり低い。しかし、 K の誤差による影響を考えると、これは、 F' 、 M' 、 Z' 系から、もとの F 、 M 、 Z の系に変換する時におこるのであるから、第6図上で、多少○印の位置がずれたり、 M_S 、 M_L の値が変化するだけで、傾向として上の結論にひびくような変化はおこり得ない。

成長曲線についてはさらに、ローカルなグループで成長に差がないか、年によつて成長の型が変わりはしないか、マイワシが実際に BERTALANFFY の成長法則にしたがつているか、等多くの問題はあつたが、これ等によつて、上に述べた結論が変わるとも考えられない。

年令による選択の問題もある。マイワシに対する漁業の選択曲線を、小中羽、大羽それぞれについて、矩形型において計算したのであるが、第3図でもわかるように、マイワシ漁業の三つの相は、それほどはつきりしたものではない。 x が0.5より小さい時から小羽としてとれ出し、逆に0.5以上でも完全に利用されてはいない。つまり選択が切斷的でなく、ある巾をもっている。小中羽から大羽への移り変りの時期も、それほどはつきりしたものではない。切斷の問題の外に、それぞれの相の中での漁獲係数の変化も考えられる。この二つの面で、実際の選択曲線は矩形型の仮定からはずれている。ただし、複雑な形の選択曲線が、矩形型で充分よく近似されるということはある。

数値の点については、又自然死亡の問題がある。一応充分広く自然死亡の巾をとつてはあるが、実際には予想外の値をもっているかもしれない。この可能性は小さいであろうが、一方自然死亡係数がここで仮定した型とは異り、年令とともに連続的に変化するという事はもつともらしい事である。しかし、これは選択曲線についてと同じく、現在これ以上の仮定をおくことは意味がない。

より重要な点は、数値的問題ではなく、マイワシの生物学的問題である。成長曲線が資源量に応じて変るであろうこともあるが、それよりも、小中羽の漁獲を制限した時、生残つたものが大羽の資源として補充されるかということが、かならずしも明らかでない。勿論現在までの情報で、生残つた小中羽が大羽の資源に加わらないことを示すものはないが、横田・浅見(1956)¹⁴⁾のいう

ように、大羽の資源は0才、1才であまり利用されない群に依存しているというようなことがあれば問題である。小中羽資源と大羽資源の関連をはつきりさせないと、小中羽の制限がよい結果をもたらすといえることはできない。

さらに話を進めるならば、産卵親魚を現在の状態におくことがよいかという問題がある。産卵親魚とそれからの加入量の間に量的関係が全くないならば、少なくとも大羽の漁獲を強化することはよさそうに見えるが、もし多少でも関連があるならば、現在の資源を維持するだけでなく、積極的に増加させる方策として、産卵親魚量を管理することを考えるべきである。なぜならば、漁獲の強化によつて漁獲量が増したとしても、それは経営上からみれば、即ち努力当漁獲量でみれば、けつして有利ではないからである。一方、加入群が増加すれば、それはそのまま漁獲量及び努力当漁獲量の増力として帰ってくる。マイワシでは主産卵群が2~3才であり、0才ですでに主要な漁獲の対象になるのであるから、一時の犠牲はほんの数年でつぐなわれることになる。

V. 摘 要

1) マイワシ漁業について、漁獲物の大半が当才魚によつてしめられているということは、漁獲量に悪い影響を与えているという疑いをおこさせるが、自然死亡率が明らかでないので、なんともいえない。このような場合に考えられる一つの方法は、自然死亡率をいろいろと仮定してみることである。

2) 年令別の体長組成から、平均としての成長曲線を得、これによつて体長組成を年令組成に換算した。その組成の形から、マイワシ漁業を0.5才まで(シラス)、0.5~2才(小中羽)及び2~7才(大羽)の三つの相にわけることが適当のように思われた。

3) 小中羽、大羽の自然死亡係数をいろいろかえて、それぞれの値の組について、小中羽、大羽の漁獲係数に対して、等漁獲量曲線を画いた。その結果、加入量が一定の時、漁獲量を増大させるには、自然死亡係数が、 $M_L=0.32$ 及び $M_S=0.8$ 以下ならば小中羽を制限し大羽を強化することが、 $M_L=0.48$ 程度では大羽の強化が、又 $M_L=0.8$ 、或は $M_S=1.28$ 以上では小中羽、大羽ともに強化することがよいということになる。自然死亡係数が特に大きくない時には、小中羽の漁獲を制限し、そのかわりに大羽のそれを強化すると、産卵親魚である大羽の資源量を現在の状態に維持したまま、多少とも漁獲量の増大が期待される。

4) 以上の結論は、成長曲線の推定の誤差によつてはほとんど影響されない。又相のわけ方による誤差もそれほどではないであろう。しかし、小中羽の制限で生残つたものが、完全に大羽の資源に加入してくるかどうかは、充分たしかではない。

文 献

- 1) Anon. (1955): Calif. Cooper. Ocean. Fish. Invest., *Prog. Rep.*, 1 July 1953 to 31 March 1955, pp. 52.
- 2) von BERTALANFFY, L. (1938): *Human Biology*, 10 (2), 181-213.
- 3) BEVERTON, R.J.H. (1953): *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 19 (1), 56-68.
- 4) 林繁一 (1957): 東海水研報, 15, 15-20.
- 5) 村上子郎・早野孝教 (1955): 昭27年, 鯉. 研究経過報告, pp. 54.
- 6) 中井甚二郎, 他 (1955): 昭24-26年, 鯉. 研究経過報告, pp. 84.
- 7) 佐藤猛郎 (1953): 日水誌, 18, 443-448.
- 8) 田中昌一 (1958): 東海水研報, 20, 1-11.
- 9) 田内森三郎 (1942): 日水誌, 10, 216-220.
- 10) — (1954): “漁業管理の基礎としての資源の取扱”, 日水会, 資源分科会講演(新潟)。

- 11) 東海区水研 (1957): 農林水産技術会議, 昭 31 年, 研究協議会報告, 4, 225-239.
 12) WALFORD, L.A. (1946): *Biol. Bull.* 90, 141-147.
 13) 山中一郎・伊東祐方 (1957): 昭 29 年, 鯉, 研究経過報告, pp. 177.
 14) 横田滝雄・浅見忠彦 (1956): 昭 28 年, 鯉, 研究経過報告, pp. 117.

付録 第 6 図 の 画 き 方

第 6 図の画き方は, 理論としては本文中に述べた通りであるが, 実際に紙の上に曲線を書く段になると, いろいろむづかしい点がおこってくる。この種のことがらは, 論文の中からしばしば省略されてしまう。しかし, 人によつては —— 私自身がそうであるが —— 論文本体よりもむしろ具体的な計算手段等の方に興味をもつ場合がある。そのような場合の参考までに, 第 6 図を画いた具体的手続を以下に説明する。

1) 等漁獲量曲線

本文中の式より,

$$\frac{Y}{w_{\infty}R} = \frac{F_{s'}'}{Z_{s'}'} D(Z_{s}') + e^{-1.2 Z_{s}'} \frac{F_{L'}'}{Z_{L'}'} D(Z_{L}')$$

であるが, これをかきなおすと,

$$\frac{F_{L'}'}{Z_{L'}'} D(Z_{L}') = e^{1.2 Z_{s}'} \left\{ \frac{Y}{w_{\infty}R} - \frac{F_{s'}'}{Z_{s'}'} D(Z_{s}') \right\}$$

となる。ここで $Y/w_{\infty}R$ に適当な値を与え, 又 $M_{s'}$ を仮定すると, ある $F_{s'}$ に対して右辺の値が計算される。これを $F_{s'}$ に対して曲線で示した補助の計算図を用意するとよい。

$M_{L'}$ を仮定し, 任意の $\frac{F_{L'}'}{Z_{L'}'} D(Z_{L}')$ の値に対して上の計算図から $F_{s'}$ を求め, 又同じく本文中の第 5 図から $F_{L'}$ を求める。このようにしてある $Y/w_{\infty}R$ の値の等量線の $(F_{s'}, F_{L'})$ の座標を知ることができる。

2) 大羽資源量等量線

$$P_L = Y_L / F_L$$

であるので,

$$\frac{KP_L}{w_{\infty}R} = e^{-1.2 Z_{s}'} \frac{1}{Z_{L'}'} D(Z_{L}')$$

となる。これをかきなおして

$$e^{1.2 Z_{s}'} = \frac{1}{Z_{L'}'} D(Z_{L}') \bigg/ \frac{KP_L}{w_{\infty}R}$$

$$Z_{s'}' = \frac{1}{0.4343 \times 1.2} \left\{ \log_{10} \frac{D(Z_{L}')}{Z_{L'}'} - \log_{10} \frac{KP_L}{w_{\infty}R} \right\}$$

を得る。ある $KP_L/w_{\infty}R$ の値を与えると, $Z_{s'}'$ の値は Z_{L}' の函数として求められる。ここで $M_{s'}$, $M_{L'}$ を仮定し, それにしたがつて $(Z_{s'}' - Z_{L}')$ 平面での曲線を平行移動させれば, $(F_{s'}' - F_{L}')$ 平面での等大羽資源量曲線を得る。

3) 小中羽対大羽の漁獲量が一定比となる点

小中羽対大羽の比を $k:1$ とおくと,

$$Y_s = k Y_L$$

これから

$$\frac{F_{s'}'}{Z_{s'}'} D(Z_{s}') = k e^{-1.2 Z_{s}'} \frac{F_{L'}'}{Z_{L'}'} D(Z_{L}')$$

したがつて,

$$\frac{1}{k} e^{1.2 Z_S'} \frac{F_S'}{Z_S'} D(Z_S') = \frac{F_L'}{Z_L'} D(Z_L')$$

M_S' を假定すると, F_S' の値を与える時, 左辺の数値がきまり, これから第5図によつて F_L' を求めることができる。

A Consideration on the Rational Exploitation of the Stock of Sardine, *Sardinops melanosticta* (T. & S.)

Syoiti TANAKA

Synopsis

I. Growth curve, selectivity of fisheries and natural mortality are fundamental factors one needs to assess the rational exploitation of a fish stock. Among these factors, the former two are rather easily estimated, while the last one is quite controversial in most cases. For instance, discussions as to causes for recent decrease in catch of Japanese sardine, *Sardinops melanosticta*, (340,000 tons in 1953 to 210,000 tons in 1957), could have reached a plausible conclusion but for absence of precise estimate of natural mortality particularly of young fish.

Apart from the discussions, an obvious fact is that catch of 0-age fish constitutes in number more than 90%, and even in weight, over 50%, of the annual sardine landings. (Tables 1 and 2). One may fear that such a heavy fishing on young fish which grow fast will result in harmful decrease of large fish and thus in wasting of productivity of the stock.

In these circumstances it might be justifiable to detect theoretically the relation between the value of natural mortality and a direction for more profitable fishing.

II. A first step of the analysis is to estimate the growth curve of sardine. From the length distribution by age (Fig. 1) we can estimate parameters in BERTALANFFY's growth curve (1—3), using WALFORD's graphical method (Fig. 2). When we have the growth curve, the length composition would be transformed to the age composition by converting the scale of abscissa from length into age and correcting frequencies by growth rate at the ages (Fig. 3). Evidently in Fig. 3 there are three stages of fishing which selectively catch larval fish (0—1/2 year old), young or small sardine (S) (1/2—2 years old) and adult or large sardine (L) (2—7 years old as an assumed upper limit) respectively. The larval stage, as it is rather peculiar ecologically and physiologically, may be omitted from our consideration. Here, it is assumed fishing and natural mortality coefficients are constant within each one of the stages though they might be different between the stages.

III. According to previous works (BEVERTON, 1953³³; TANAKA, 1958³³), catch in weight is expressed in a general form as (4) to obtain formulae for catches of small sardine (Y_S) and large sardine (Y_L) (5, 6). Sum of Y_S and Y_L is total catch (7), and Y_L divided by F_L is the biomass of large sardine or spawning adult (8). In Figs. 4 and 5, the relations between fishing mortality coefficient and catch are illustrated for various values of natural mortality coefficient.

In order to show the total catch against fishing mortality coefficients F_S and F_L , it is useful to draw a two dimensional isopleth diagram. In Fig. 6 with abscissa taken

for F_s and ordinate for F_L , contours of catch are expressed by thick lines, while contours of large sardine biomass by fine lines. Six pairs of M_s and M_L are selected for examples. In plotting the present condition of the fisheries on the figure, two data are applied: one is that catch in weight of 0-age and 1-age fish is about 2/3 of the total (Table 2 and broken line in the figures); and the other, survival rate of large sardine is about 1/2 (Table 1). The point plotted is shown by circle in each figure.

If we draw lines across the thick lines at right angles, they indicate the direction in which we should shift the fishing condition to increase the catch most effectively. This direction at the present point is shown by a thick arrow. Another point we should take into consideration is the effect of fisheries on reproduction. Although no information suggests dependence of reproduction upon spawning amount for sardine, it should be avoided to deplete the spawning stock further from the present level, which is far lower than in 1930's. From this point of view, the direction of fine arrow drawn in parallel to the contour line for large sardine biomass at the present point might be preferable.

The results obtained from Fig. 6 are summarized with that from other pairs of natural mortalities in Fig. 7, where increasing rate of catch is roughly shown by the length of the arrow. If natural mortality is not so severe for both small sardine and large one, the two directions cross each other at a sharp angle, then we can expect the improvement of situation by reducing fishing intensity for small fish and extending for the large. But if natural mortality coefficient is either about 1.6 (or more) for small sardine or 0.8 for large sardine, these two directions form a right angle, and we can not increase the catch without diminishing adult sardine stock.

IV. The above results may still leave some problems to be further considered. Taking growth curve for example, besides unavoidable errors in estimation, there might be some variations of growth between localities and between years. Assumed patterns of fishing and natural mortality coefficients should be deformed from actual patterns. However, these factors do not seem to affect so seriously the above mentioned results. On the other hand, one has to recall a hypothesis advanced by some biologists in which they maintain that large sardine caught along the Japan Sea coast, main fishing ground for them, belong to a different group from that of small sardine landed in western Kyushu, an important district producing small sardine. If this is the case saving of small fish does not warrant us in expecting large sardine to return to those waters.

九州西海南西諸島近海

夏季表層の海況変動機構について*

渡 辺 信 雄

ま え が き

海洋の表層に於ける海況は、海洋生物の環境として、水産の立場からは特に漁況変動に関係して、重要な意義をもち、従来多くの研究がなされている。又海洋と大気との間の熱量や水蒸気の交換は、気象にとつても重要な課題であるが、海況自体の変動とは、~~不即不離~~の関係をもちつことは衆知のことである。然るに表層の海況変動に関し、これらの点を考慮しての研究は極めて少ない。海況そのものの変動機構の解析は、漁況変動予察の上からも重要なものであることは云うまでもない。本研究は著者が曩に北洋の夏季表層水温について行つた研究¹⁾と類似の方法で、北洋と対蹠的な海洋学的性状をもつ黒潮流域内の夏季表層海況変動に就いて、その機構を考察して、その変動の特性を知る端緒を得る目的で試みたものである。

1. 基 礎 の 理 論

海洋の表層では、海面と大気との間で、輻射や蒸発、降水などのため、熱量や水分の出入があり、一方海中では、流動や混合のため、熱量や塩素量の移動が行われる。このため表層の温度や塩素量濃度は、上記の作用が総合されて出現すると見てよい。

今或る期間 Δt 内に海面を上面とした、余り深くない水柱 (高さ h) 内への、熱量又は塩素量及び水の出入する有様を考える。海水が単位体積について保有する熱量を S とし、その鉛直及び水平の渦動拡散係数を μ 及 μ' とすると、海洋の内部では

$$\rho = \text{const. 及び } \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \dots \dots \dots (1)$$

と考えてよい。即ち S の連続の式は次の如くなる。

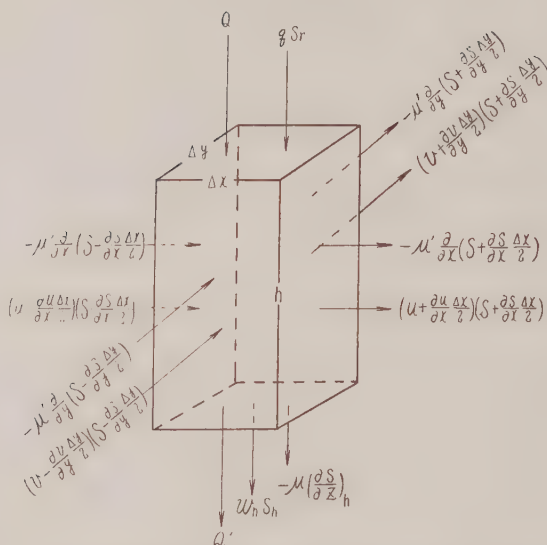
$$\frac{\partial S}{\partial t} = \mu' \left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} \right) + \mu \left(\frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \right) - \left(u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w \frac{\partial S}{\partial z} \right) \dots \dots \dots (2)$$

但し、 u, v, w は流れの x, y, z の分速を示す。

海洋の表面では、大気との間で熱の出入があるから、上記の水柱の上面には、輻射や蒸発の和で表わされる海面受熱 Q があり、水柱の底面では、この水柱を透過する熱量 Q' が存在する。更に海面では、降雨と蒸発の差として表わされる注水があるので、之れを q とし、その保有する熱量を S_r とする。又底面では、その部分の鉛直流 w_h 、熱量 S_h がある。更に水平方向の熱量の出入も考慮に入れ、上記の水柱 ($\Delta x \Delta y h$) について考えると第1図に示す如き関係が成立する。

この水柱の中心での熱量を S として、水柱内での熱平衡を表わすと次式の様になる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial t} \Delta x \Delta y h = & \left\{ Q - Q' + \mu' \left(\frac{\partial S}{\partial x^2} \right)_h + q S_r - W_h S_h \right\} \Delta x \Delta y + \mu' \left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} \right) \Delta x \Delta y h \\ & - \left(u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} \right) \Delta x \Delta y h - \left(S \frac{\partial u}{\partial x} + S \frac{\partial v}{\partial y} \right) \Delta x \Delta y h \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$



第 1 図 海洋の表層における熱量及び塩素量の交換模式図

この水柱への水の出入については、 $\rho = \text{const.}$ であるから、

$$(q - w_h) \Delta x \Delta y = \frac{\partial u}{\partial x} \Delta x \Delta y h + \frac{\partial v}{\partial y} \Delta x \Delta y h$$

故に

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{1}{h} (q - w_h) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$w_h = q - h \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \quad \dots\dots\dots (4)'$$

(3) 式へ (4) を代入して整理すると、

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial t} = \frac{1}{h} \left\{ Q - Q' + \mu \left(\frac{\partial S}{\partial z} \right)_h + q (S_r - S) - w_h (S_h - S) \right\} \\ + \mu' \left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} \right) - \left(u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} \right) \quad \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

故に期間 Δt については次式が成り立つ。

$$\begin{aligned} \int_0^{\Delta t} \frac{\partial S}{\partial t} dt = \frac{1}{h} \int_0^{\Delta t} \left\{ Q - Q' + \mu \left(\frac{\partial S}{\partial z} \right)_h + q (S_r - S) - w_h (S_h - S) \right\} dt \\ + \int_0^{\Delta t} \mu' \left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} \right) dt - \int_0^{\Delta t} \left(u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} \right) dt \quad \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

S の Δt 期間中の変化量を ΔS とし、(6) 式右辺の各項は Δt 期間中の平均値をとると、

$$\begin{aligned} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1}{h} \left\{ \overline{Q - Q'} + \overline{\mu \left(\frac{\partial S}{\partial z} \right)_h} + \overline{q (S_r - S)} - \overline{w_h (S_h - S)} \right\} \\ + \overline{\mu' \left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} \right)} - \overline{\left(u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} \right)} \quad \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

今水温 θ 、密度 ρ 、比熱 c とすると、 $S = c\rho\theta$ 、故に (7) 式は次の如くなる。

$$\begin{aligned} \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{1}{h} \left\{ \frac{\overline{Q - Q'}}{c\rho} + \overline{\mu_\theta \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right)_h} + \overline{q (\theta_r - \theta)} - \overline{w_h (\theta_h - \theta)} \right\} \\ + \overline{\mu'_\theta \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} \right)} - \overline{\left(u \frac{\partial \theta}{\partial x} + v \frac{\partial \theta}{\partial y} \right)} \quad \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

又上記の S_r を海水の塩素量含有量 $S = \rho Cl$ とするととなるので、上記 (7) 式に入れ、且つこの場合は $Q - Q' = S_r = 0$ であるから、次式が得られる。

$$\begin{aligned} \frac{\Delta Cl}{\Delta t} = \frac{1}{h} \left\{ \bar{\mu}_{Cl} \left(\frac{\partial Cl}{\partial z} \right)_h - \bar{q} Cl - \bar{w}_h (Cl_h - Cl) \right\} \\ + \bar{\mu}_{Cl}' \left(\frac{\partial^2 Cl}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Cl}{\partial y^2} \right) - \left(u \frac{\partial Cl}{\partial x} + v \frac{\partial Cl}{\partial y} \right) \dots \dots \dots (9) \end{aligned}$$

尚 (8) (9) 式中の $\bar{\mu}_\theta$, $\bar{\mu}_\theta'$, $\bar{\mu}_{Cl}$, $\bar{\mu}_{Cl}'$ については、既往の観測から推定して

$$\frac{\bar{\mu}_\theta'}{\bar{\mu}_\theta} = \frac{\bar{\mu}_{Cl}'}{\bar{\mu}_{Cl}} = 10^6$$

とおいて差支ない。(8), (9), (10) 式によつて $\bar{\mu}_\theta$ 及び $\bar{\mu}_{Cl}$ の値は次の様に計算出来る。

$$\bar{\mu}_\theta = \frac{h \frac{\Delta \theta}{\Delta t} - \frac{Q - Q'}{c \rho} + h \left(u \frac{\partial \theta}{\partial x} + v \frac{\partial \theta}{\partial y} \right) - \bar{q} (\theta_r - \theta) + \bar{w}_h (\theta_h - \theta)}{\left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right)_h + 10^6 h \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} \right)} \dots \dots \dots (10)$$

$$\bar{\mu}_{Cl} = \frac{h \frac{\Delta Cl}{\Delta t} + h \left(u \frac{\partial Cl}{\partial x} + v \frac{\partial Cl}{\partial y} \right) + \bar{q} Cl + \bar{w}_h (Cl_h - Cl)}{\left(\frac{\partial Cl}{\partial z} \right)_h + 10^6 h \left(\frac{\partial^2 Cl}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Cl}{\partial y^2} \right)} \dots \dots \dots (11)$$

2. 水温・塩素量の変動要因別諸量の計算

昭和 29 年 6 月 28 日～7 月 9 日 (長崎海洋气象台²⁾) と同年 9 月 2～3 日 (海上保安庁第 7 管区山川観測所³⁾) の兩時期に、九州西海南西諸島近海の黒潮流域で、海洋観測が行われているので、この資料を用い上記の (8)～(11) 式によつて、この水域の海況変動を吟味することとした。

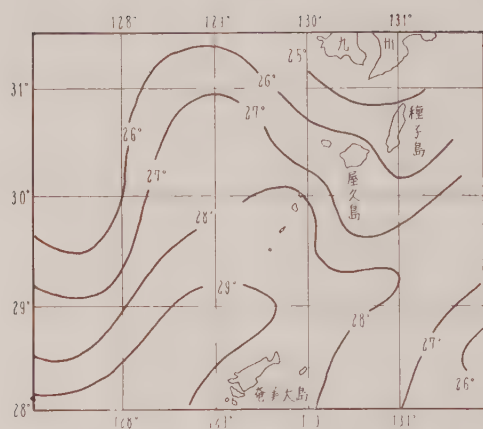
先づ上述の兩時期に於けるこの水域の表層の水温、塩素量の分布と流れの状況を図示すると Fig. 2 a, b, c 及び Fig. 3 a, b, c の通りである。今兩観測時期の夫々の中心日の間の日数を Δt (61.5 日) とすると、 Δt 期間中の水温・塩素量の変化は Fig. 4 a, b に示した通りである。この図で示した水温や塩素量の変動は、 Δt 期間で直線的に変化したとすると、(8)～(11) の式を用いることが出来る。(この場合 (10) 及 (11) 式の h としては $h = 10 \text{ m} = 10^3 \text{ cm}$ とした)。之等の式中 $Q - Q'$ は海面で輻射や蒸発によつて、大気から流入した熱量が、この水柱内に残留する熱量で、 Q は第 1 表の値から第 2 表の様に求めることが出来る。¹⁾

第 1 表

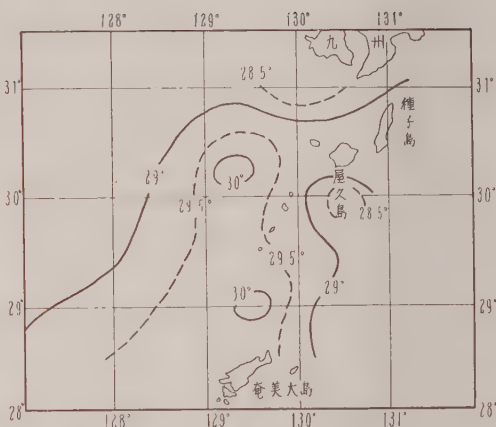
期 間	項 目	気 温 °C	湿球温度 °C	蒸気圧 (空気) mb	蒸気圧 (海水) mb	風 速 m/sec	気 圧 mb	雲 量 %	密 度 σ_t	平均太陽 高。*
第 I 期 VI 28～VII 9		25.5	28.4	32.5	38.2	8.3	1010.6	70	21.60	25.0
第 II 期 IX 2～3		28.4	29.1**	38.6	40.0**	5.4	1009.5	40	21.09	20.5

註：* Lat. 29°N; Long. 129°E (凡そ奄美大島 NW40M) の地点の 7 月及 9 月上旬の平均値

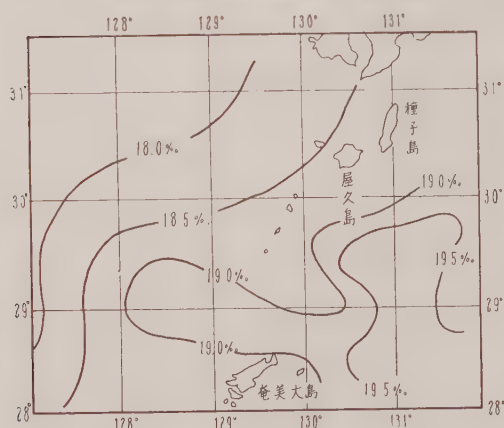
** 名瀬測候所に於ける露点温度を用いて算出した値 (その他のものは夫々海洋観測の際調査船上で観測された値の平均値)⁴⁾



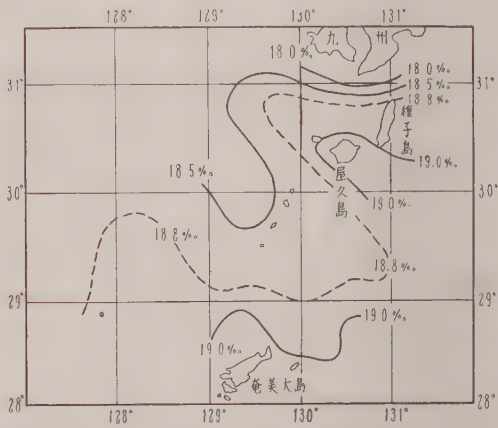
第 2 図 a 表層水温 °C (第 1 期)



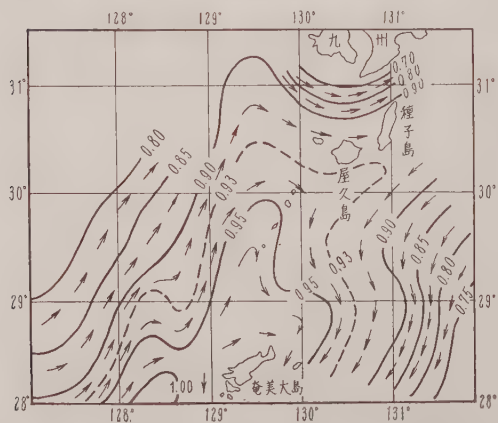
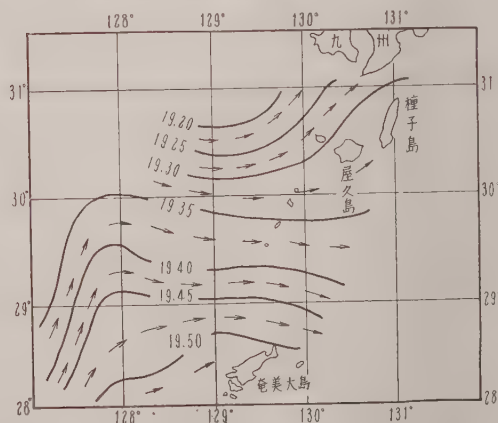
第 3 図 a 表層水温 °C (第 2 期)



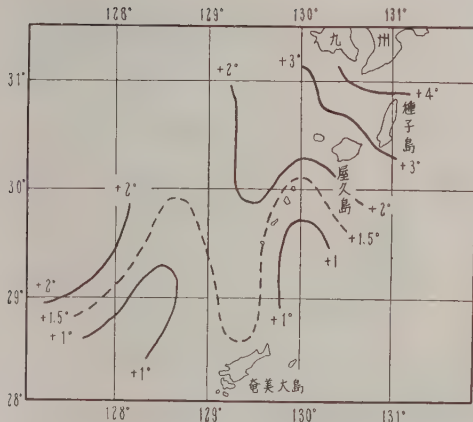
第 2 図 b 表層塩素量 ‰ (第 1 期)



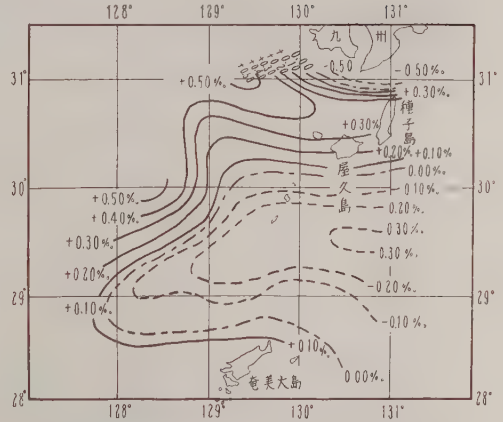
第 3 図 b 表層塩素量 ‰ (第 2 期)

第 2 図 c 表層の海流 (200 m 層基準の ΔD)
(第 1 期)第 3 図 c 表層の海流 (200 m 層基準の D)
(第 2 期)

註: 第 1 期 (6 月 28 日 ~ 7 月 9 日, 1954), 第 2 期 (9 月 2 ~ 3 日, 1954)。



第4図 a 第1期～第2期間の表層水温の変動
($\Delta\theta^{\circ}\text{C}$)



第4図 b 第1期～第2期間の表層塩素量の変動
($\Delta\text{Cl } \%$)

第2表

昭和29年7月～9月 九州西海南西諸島近海輻射熱及び之に関係ある量

項目 期間	Q_s g-cal./ cm ² day	Q_b g-cal./ cm ² day	Q_e g-cal./ cm ² day	Q_h g-cal./ cm ² day	Q g-cal./ cm ² day	E mm/cm ² day	P mm/cm ² day
第I期 VI 28～VII 9	425.5	39.9	343.3	137.1	— 94.8	6.01	—
第II期 IX 2～3	491.8	63.2	55.8	18.6	354.3	0.96	—
全平 期均	458.7	51.6	199.5	77.9	129.7	3.49	11.79*

註 * 名瀬測候所に於ける降水量

i) $Q' = \alpha_h Q$; $\alpha_h = 10 \text{ m} = 0.16$ (Sverdrup, 1956 により外洋水の場合の係数として採用した)
故に $Q - Q' = Q(1 - 0.16) = 108.97 \text{ g-cal./cm}^2 \text{ day}$

ii) 表中記号の説明:

Q_s ... 太陽及び天空よりの輻射熱量

Q_b ... 海面から輻射によつて放熱する熱量

Q_e ... 蒸発によつて失われる熱量

Q_h ... 大気との対流によつて失われる熱量

Q ... 海面から海中に入る熱量

Q' ... 表層下面 (h の深さ) を通り下層に透過する熱量

E ... 海面からの蒸発量

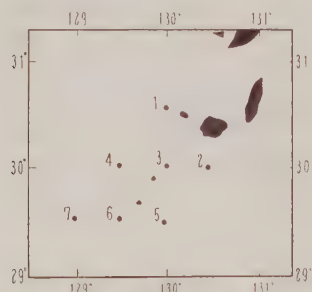
P ... 海面に於ける降水量

$Q - Q'$ 以外の諸量は、観測の結果から直接求められる。即ち水温及塩素量の Δt 期間中の変動量や微分量は、これらの分布図から若干の計算を加えて得られる。又海流については AD (ダイナミック・アノマリー) 又は D (ダイナミック・メーター) を水温と塩素量の値から算出し、この水域では 200 m 層に於いて、約そ 1 ノットの流速があることが知られているので⁵⁾、表層の海流としては、

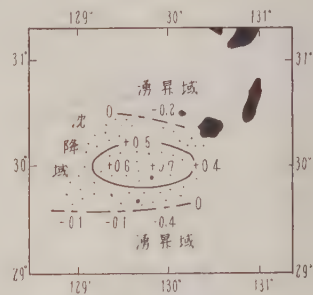
$$v_0 = \frac{AD}{2\omega L \cdot \sin \varphi} + 50 \dots\dots\dots (12)$$

として算出した。

Fig. 5 に示した7つの地点について、(10)、(11) による $\bar{\mu}_{\theta}$ と $\bar{\mu}_{cl}$ の値と (8) 及 (9) 式の右辺の各項の値を第3表に示す。後者の分布の様子は Fig. 7~10 の通りである。又この水域の鉛



第5図 水温、塩素量の変動機構に関する数値計算を行つた地点



第6図 鉛直流動 (数字の単位 10^{-2} cm/sec)

第3表

昭和29年7~9月 九州西海南西諸島返海 海洋の表層に於ける水温及塩素量の変動機構

項 目	St.	μ (CGS)	表層の水温又は塩素量変動への寄与						綜 合 変 化 量
			海 面		鉛 (道)		水 平		
			輻射蒸発	降 水	流 動	混 合	流 動	混 合	
水 温	1	17.0	+ 6.98 °C	- 0.03 °C	- 1.97 °C	-23.46 °C	+20.66 °C	+ 0.09 °C	+ 2.27 °C
	2	3.0	+ 6.98	- 0.02	+11.60	- 3.23	-14.35	+ 0.73	+ 1.71
	3	7.9	+ 6.98	- 0.04	+12.42	- 7.74	- 9.41	- 1.25	+ 0.96
	4	3.1	+ 6.98	- 0.05	+ 2.07	- 2.69	- 3.03	- 1.13	+ 2.15
	5	10.9	+ 6.98	- 0.04	- 7.37	- 7.56	+ 7.28	+ 1.28	+ 0.57
	6	43.8	+ 6.98	- 0.06	+ 1.28	+ 1.16	-11.21	+ 3.49	+ 1.64
	7	7.8	+ 6.98	- 0.06	- 0.77	+ 0.83	- 5.58	+ 0.12	+ 1.52
塩 素 量	1	118.3	—	- 0.29 ‰	+ 3.56 ‰	- 6.29 ‰	- 4.86 ‰	+ 8.17 ‰	+ 0.29 ‰
	2	871.0	—	- 0.30	- 0.42	-23.14	- 8.63	+32.40	- 0.09
	3	1023.5	—	- 0.30	- 1.83	+27.19	- 8.85	-16.32	- 0.11
	4	29.7	—	- 0.29	- 1.54	+ 5.52	- 6.11	+ 2.21	- 0.21
	5	173.4	—	- 0.30	+ 0.94	+ 4.61	- 5.50	0.00	- 0.25
	6	147.1	—	- 0.30	- 0.96	+ 3.91	- 4.46	+ 1.56	- 0.25
	7	109.6	—	- 0.30	+ 0.22	- 5.82	+ 8.61	- 2.91	- 0.20

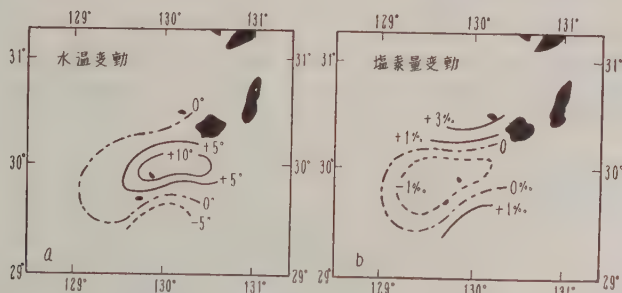
第4表

昭和29年7~9月 九州西海南西諸島近海
海洋表層に於ける鉛道流

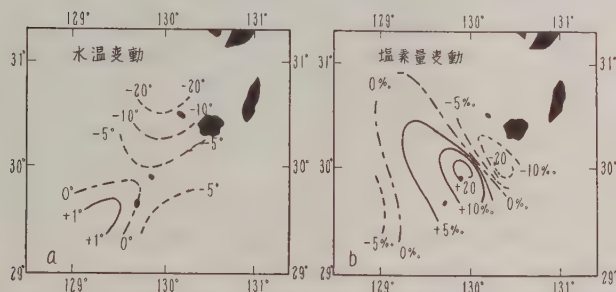
St.	1	2	3	4	5	6	7
W	- 2	+ 4	+ 7	+ 6	- 4	- 1	- 1

註：数字は流速 10^{-3} cm/sec, 符号 + は下降流, - は湧昇流を示す。

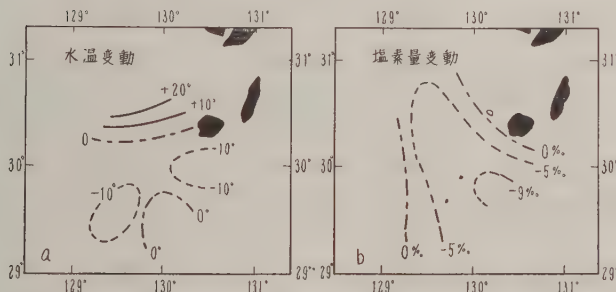
直流動を (4)' 式から算出すると第 4 表及 Fig. 6 の通りであつて、略々黒潮本流の中心部に相当する吐噶喇諸島近海に沈降域があり、その南北両側に湧昇域がある。この流速は 10^{-3} cm/sec の程度で、Sverdrup⁶⁾ や吉田耕造⁷⁾ などの得た California 近海及び赤道海域の値に近似している。



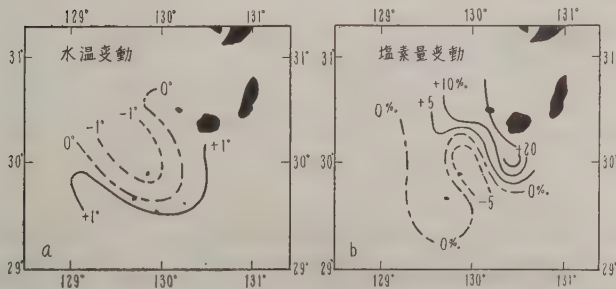
第 7 図 a, b 鉛直流動による水温並びに塩素量の変動



第 8 図 a, b 鉛直混合による水温並びに塩素量の変動



第 9 図 a, b 水平流動による水温並びに塩素量の変動



第 10 図 a, b 水平混合による水温並びに塩素量の変動

3. 考 察

第3表及 Fig. 7~10 に示した $\bar{p}_\theta$, $\bar{p}_{Cl}$ 及び原因別の水温, 塩素量の変動について若干の考察を行う。

$\bar{p}_\theta$ 及 $\bar{p}_{Cl}$ の値は上記の7地点 (Fig. 5) では概略 $10 \sim 10^2 \text{ cm}^2/\text{sec}$ の程度であるが, 塩素量の変動から求めたものは温度から得たものの凡そ10倍である。然しその地域的な分布は可成相似た模様を示し, 両者共屋久島附近を除き沈降域では小, 湧昇域乃至沈降域との境界附近で大きい値を示している。

原因別に見た水温変動の機構をみると, この水域では全域がこの期間凡そ 7°C に相当する昇温が, 海面の輻射, 蒸発によつて与えられているが, 海面での降水の影響は極めて微量である。然し塩素量変動については, 降水量の影響は, 他の原因のものに比べては小さいが, 総合された塩素量の変化に相当する程度の大きさで, 省略することは出来ない。鉛直及水平方向の流動や混合による変動量は屋久島近海で大で, 南西方沖合に在るに依り小さくなる傾向がある。そのうち各地点共水平流動による変化量は全般的に温度, 塩素量両者共大きい値を示す。この水域が海水流動の大きい水域であることから, 北洋などに比べ, 格段に顕著であることは, 当然なこととも云える。さればと云つて, この水域の海況変動が, 主として水平流動によつて支配されているとは見受けられない。他の原因による変動量の大きさは, 各地点で可成り大小があり, このため各種変動要因相互の総合結果として出現する海況変動は, 地域的に各種要因の占める役割が異つている。/

温度変動について特に目立つことは, 海面に於ける受熱が相当大きいことであつて, この期間この水域で, 海面よりの受熱がない場合は, 各地点共非常な降温を見るわけである。即ちこの水域の夏期の昇温は海面受熱によつて支えられていると見てよい。

Fig. 7 a, b に示した鉛直混合による温度及塩素量の変化の模様は, Fig. 6 の鉛直流動の分布と対比して, 興味深い。即ち沈降域では温度上昇, 塩素量の低下を示している。湧昇域ではこの逆の作用を示すものの様である。

各地点での温度・塩素量の変動の機構をやや詳細に観察すると概略次の様なことが云える。即ち St. 1 と St. 5 とは水平流動と水平混合は温度上昇に寄与するが, 鉛直方向の流動と混合とは水温降下に寄与して, 後者の方が前者より大きい値である。又 St. 2, 3, 4 では鉛直流動と水平混合が水温上昇をもたらす, 水平流動と鉛直混合が水温低下に寄与して, 後者が大きい。St. 6, 7 は水平混合と鉛直混合とは温度上昇に, 水平流動が温度降下に關与しており, 後者が卓越している。

塩素量変動についてみると, St. 4 と St. 6 とはよく似た変化機構をもち, 鉛直混合・水平混合が塩素量増大へ, 水平流動・鉛直流動及降水が低下へ寄与して後者が大であるため, この地点では塩素量の低下が出現している。St. 5 は St. 4 及 6 と相似た変動機構であるが, やや異なることは水平混合は微量で, この変動に殆んど關与せず, 鉛直流動が増大へ転じている点である。他の地点では変動の機構内容は, 夫々の地点で異つていて, 類似なものは見られない。即ち St. 1 と St. 2 とは比較的よく似ているが, St. 1 では水平混合と鉛直流動が塩素量増大へ, 鉛直混合, 水平流動及降水が減少へ關与し, 前者が後者より大なるため, 塩素量は総合された結果昇温している。又 St. 2 では鉛直流動が減少に關与し, 他の要因は St. 1 と同様である。尤も夫等の変動量は, 降水と鉛直流動を除き, St. 2 より2~3倍余も大きい。St. 3 では鉛直混合は可成大きい量で塩素量増大に寄与しているが, 他の要因は何れも負で, その結果は塩素量低下を出現している。St. 7 では水平流動鉛直流動が増大へ, 水平混合・鉛直混合と降水とが低下へ關係しており, 結局塩素量の低下を示している。

以上の如く表層の海況の変動は、仲々複雑で、地域的な相異が甚しい。夏季以外の他の季節や異つた年次に於いても、この事情は変化することが想像出来る。何れに致せこの様な海流の卓越する水域ですら、大気との間の熱量や水分の交換が、海況変動に及ぼす影響は見逃し難い程度のものであることは確かである。

要 約

昭和 29 年 7~9 月九州西海南西諸島近海の黒潮流域内の表層に於ける海況変動の機構を、大気との熱量及水分の交換現象を考慮して、理論的解析を試み次の結果を得た。

- (1) 黒潮流域内の如き流動の大きい海洋に於ても、気象変動のために蒙る海況の変化、(特に水温で著しい)は無視し難い程大きい。
- (2) 温度と塩素量の変動から求めた鉛直渦動拡散係数は $10 \sim 10^2 \text{ cm}^2/\text{sec}$ の程度であるが、塩素量から得た値は温度から得た値の約 10 倍であつた。
- (3) 黒潮本流の略々中心附近である吐噶喇諸島近海には沈降域があり、その南北両側に湧昇域が見られた。その鉛直流動の大きさは $10^{-3} \text{ cm}/\text{sec}$ の程度である。
- (4) 南西諸島近海の水温・塩素量の変動の原因はこの水域中の小地区で異つており、このことは季節や年次の相異によつても見られるものと想像される。

謝 辞

本研究に対し細部に亘り検討を加え且つ重要な点で御教示を頂いた源生所長に対し、心から御礼を申上げる。又計算・図表作製に協力して下さいた松本考示・杉浦健三・熊倉京子・飯島美知子の諸氏に深謝する。

文 献

- 1) WATANABE, N.: Hydrographic Condition of the North-Western Pacific (Part 1)—On the Temperature Change of the Upper Layer in Summer, Contribution B—No. 224 from the TOKAI Regional Fisheries Laboratory. Journ. Oceangr. Society of Japan, Vol. 11, No. 3, 1955, pp. 111-122.
- 2) 長崎海洋気象台: 海洋速報第 5, 10 号, 第 7 回東支那海洋観測結果表。
- 3) 第 7 管区海上保安庁山川水路観測所: 海象特報第 5 号, 昭和 29 年 10 月
- 4) 中央気象台: 天気図 昭和 29 年 6 月~9 月 篇
- 5) 水路部: 水路要報増刊海象編 昭和 25 年 3 月
- 6) SVERDRUP, H.U.: The Waters of the coast of Southern California, March to July, 1937., Bull. Scripps Inst. Oceangr. Vol. 4, No. 10, 1942.
- 7) KOZO YOSHIDA, HAN-LEE MAO and PAUL L. HORRER: Circulation in the Upper Layer of the Equatorial North Pacific J.M.R. Vol. 22, No. 1, 1953, pp. 99-120.

On the Mechanism of Variation in Water Temperature and Chlorinity of Upper Layer in the Seas Southwest off Kyushu and around Nansei-Shoto

Nobuo WATANABE

Synopsis

On the basis of the data obtained during the oceanographic observations in the seas southwest off Kyushu and around Nansei-shoto in the summer of 1954, the author

has studied the mechanism of variation in water-temperature and chlorinity of upper layer. In the discourse mathematical treatments have been given to factors controlling the mechanism such as the heat exchange between the sea and atmosphere; the precipitation and evaporation on the surface of the sea; the transportation of heat and chlorinity due to water movement as well as mixing.

In consequence, the following conclusions have been deduced.

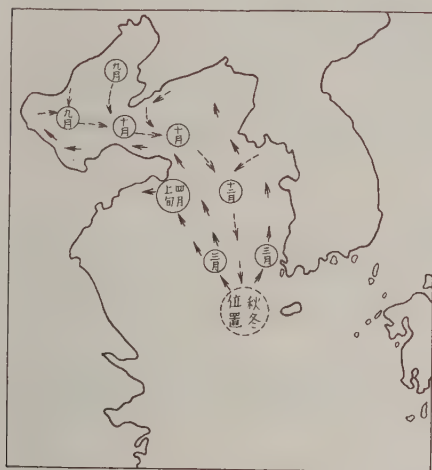
- (1) Even in the seas such as the Kuroshio-area where the water flows strongly, the meteorological effect on the sea condition is unexpectedly too great to be disregarded.
- (2) The eddy-diffusivity estimated from both temperature and chlorinity has the value about ten times as great as the one from temperature.
- (3) Computation based on the data has revealed that there is a sinking area on the seas adjacent to the Tokara Islands. On both the north and south of the sinking area, upwelling areas are located with the speed of vertical water movement to be estimated about 10^{-3} cm/sec.
- (4) The estimated magnitudes of factors contributing to the variation of temperature and chlorinity differ greatly even in a small areas of the region under study. It can be assumed that such circumstances will also happen to occur in different seasons or years.

漁獲組成より見たカイト式トロールの漁獲効果について*

高山重嶺・小山武夫

緒 言

支那東海、黄海方面を漁場とする本邦トロール漁業は資源の涸渇、李ライン内による制約、中国沿岸の禁止漁区等、種々困難な問題が続出し、タイ類など高級魚の漁獲はほとんど期待する事が出来なくなつた。従つて 1955 年、日中漁業協定（民間協定）の成立後は、コウライエビ（大正エビ）*Penaeus Orientalis*, Kishinouye の漁獲にその主軸が置かれている。このコウライエビ（以下エビと略称）の漁期は 12 月上旬頃より始まり翌年の 4 月上旬に至つて終了する。漁場は山東半島沖合から $N 33^{\circ} \sim 34^{\circ}$ 線に至る広範域で、エビの季節的移動と共にその漁場も逐次、移動する。里内¹⁾ 及び 岡田²⁾ によると、その洄游状況は第 1 図、及び第 2 図の如くである。



第 1 図 黄海のコウライエビ洄游図（里内）



第 2 図 黄海のコウライエビ洄游図（岡田）

T 社に於ては、昭和 32 年度のエビ漁期間中（昭和 32 年 12 月上旬～33 年 4 月上旬）3 隻のトロール船（360 ton デイゼル 700 HP 型）に既報の遊動カイト³⁾を連続使用せしめた。

そこでこのカイト式トロール（3 隻）と従来のトロール（N 社を含め 14 隻について各船の操業報告書**に基き漁獲性能の比較を行つた。なおエビ漁期に於ては各船とも、ほとんど同一漁場で操業する為位置の相異は大きなものではない。

1. カイト式トロールのエビ漁獲に対する効果

1.1. 船型別比較より見たカイトの効果

* 1958 年 6 月 17 日受理 東海区水産研究所業績 A 第 74 号。

** 各船が 1 網毎の漁獲を魚種別に所属会社に報告する資料。

T 社のトロール船 10 隻（特殊事情のある 3 隻を除きエビ漁期出漁の全船）について各船型別にエビ漁獲を比較すると第 1 表の如くである。（カイトを用いた船による漁獲高には T_{AK} の如く添字 K を附す）

第 1 表 同じ会社 に属する トロール船 について その 1 隻 1 日 当りの エビ 漁獲 量の 比較
漁期 昭和 32 年 12 月上旬～33 年 4 月上旬

カイトを使用 (T 社船)					カイトを使用しない (T 社船)									
360 ton 700 HP 型					270 ton 550 HP 型					500 ton 750 HP 型				
船番号	操業* 日数 日	エビ漁獲量** 函	1日平均 漁獲量 函/日		船番号	操業* 日数 日	エビ漁獲量** 函	1日平均 漁獲量 函/日		船番号	操業* 日数 日	エビ漁獲量** 函	1日平均 漁獲量 函/日	
TA1	98	6,566	67.0		Tb1	81	2,079	25.7		Tc1	125	5,157	41.3	
TA2	97	7,619	78.5		Tb2	103	4,401	42.7		Tc2	76	3,578	4.71	
TA3	96	7,779	81.0		Tb3	90	3,930	43.7		平均	TC=44.2			
平均	TAK=75.5				Tb4	80	3,570	40.6						
					Tb5	97	4,256	43.9						
					平均	TB=39.3								
比 較					TAK/TB=1.9					TAK/TC=1.7				

* 実際に漁獲に操業した日数，ただしエビ漁獲の皆無であつた日数を除く（T 社船の場合については第 2 表以下においても同様）

** 1 函は無頭無足で 100 尾入

これによるとカイト式（360 ton 型）はカイトを使用しなかつた 270 ton 型及 500 ton 型に比較して約 7～9 割の漁獲が大きいことを示めている事がわかる。しかし、これには船の大きさ及び馬力等の相異の影響も含まれ、又網の構成も各船型によつて多少異つているから、これを以てただちにカイトの効果として速断する事はできない。

又各船の 1 日当りの平均漁獲量を見ると同型船に於ては大きな変動は無く、比較的安定している事がわかる。これは各船の魚群に対する遭遇率及び同型船の漁業技術がそれほど変らない事を示すものと思われる。

1.2 前年度との比較より見たカイトの効果

各船型別にエビ漁獲を前年度と比較すると第 2 表（A）及（B）の如くである。

第 2 表 1 隻 1 日 当りの エビ 漁獲 量 について

前年度（昭和 31 年 12 月上旬～32 年 4 月上旬）と今年度（昭和 32 年 12 月上旬～33 年 4 月上旬）との比較

（A）前年度にはカイトを使用しなかつたが今年度にはカイトを使用した船についての比較

所 属 社	船 型	船番号	前 年 度			今 年 度			比 較
			操 業 日 数 日	エ ビ 漁 獲 量 函	1日平均 漁獲量 函/日	操 業 日 数 日	エ ビ 漁 獲 量 函	1日平均 漁獲量 函/日	
T 社	360 ton 700 HP	TA1	98	6,566	67.0	114	9,648	84.6	TA _K /TA' =1.0
		TA2	97	7,617	78.5	96	6,286	65.5	
		TA3	97	7,779	81.0	104	7,898	75.9	
		平 均	TA _K =75.5			TA'=75.3			

(B) 前年度も今年度もカイトを使用しなかつた船についての比較

所 属 会 社	船 型	船番号							比 較
			操 業 日 数	エ ビ 漁獲量 函	1日平均 漁獲量 函/日	操 業 日 数	エ ビ 漁獲量 函	1日平均 漁獲量 函/日	
T 社	270 ton 550 HP	Tb1	81	2,079	25.7	115	7,172	62.4	T _B /T _{B'} =0.63
		Tb2	103	4,401	42.7	103	5,221	55.7	
		Tb3	90	3,930	43.7	112	7,784	69.5	
		Tb4	88	3,570	40.6	114	6,546	57.4	
		Tb5	97	4,256	43.9	117	8,180	69.9	
		平 均	T _C =44.2			T _{B'} =62.0			
T 社	500 ton 750 HP	Tc1	125	5,157	41.3	93	5,460	58.7	T _C /T _{C'} =0.81
		Tc2	76	3,578	47.1	80	4,068	50.9	
		平 均	T _C =44.2			T _{C'} =54.8			
N 社	300 ton 500 HP	Nb1	130*	1,849**	14.2	121*	2,858**	23.6	N _B /N _{B'} =0.73
		Nb2	109*	2,124**	19.5	131*	2,850**	21.8	
		Nb3	113*	1,937**	17.1	129*	3,158**	24.5	
		平 均	N _B =16.9			N _{B'} =23.3			

* N 社の船の操業日数にはエビ漁獲が皆無であつた場合の日数も含まれている。

** N 社の1函は無頭無足で3.3貫入。

これによると今年度にカイトを使用した 360 ton 型 (第2表(A)) はこれを使用しなかつた前年度と比べて漁獲高が変わらないが、カイトを用いない他のトロール (第2表 (B)) はすべて2~3割、減少している事がわかる。この漁獲減少の原因については資源の減退によるものか、或は海洋条件によつて魚群の洄游状況が変つたのか、はつきりした事は不明である。しかし、いづれにしろ他船に於ては明瞭に減少の傾向が見られるのに 360 ton 型 (カイト式) のみが変わらないと言う事実は明らかにカイトの効果として考える事が出来るであろう。今かりに、この 360 ton 型も前年度と同じくカイトを使用しなかつたと仮定すると、他船と同一条件で漁獲努力がなされる事になるから当然他のトロール船と同じく減少の傾向を示めすであろう。然るに第2表 (A) に示される如く 360 ton 型では前年度と同じ漁獲を挙げている事実から考えると、カイトの効果は他船の経験した約2~4割の減少をカバーするだけの漁獲効率の増大をもたらしたと考える事が出来る。

1.3 同型船との比較より見たカイトの効果

カイトの効果を調べる為には同じ船型につき、更にそれと同一社の同型船についてカイトを使用したものと、使用しないものの比較を行うのが適切な様に思われるが T 社の 360 ton 型トロールはその全船がカイトを使用した為同社内については比較する事が出来なかつた。

よつて便宜上 N 社の同型船との比較を行つた。その結果は第3表の如くである。

これによるとカイト式はカイトを用いない同型船に比べて漁獲高が約5割大きい事がわかる。しかし厳密には T 社と N 社では網の構成も多少相異しているし、又同型船と言つてもトン数、船型等に多少の相異があるからそれらによる影響も考えなければならないが漁獲に5割もの差異をもたらす程の相異は考えられない。なお漁場については T 社、N 社共、大きな相異はない。

以上の結果を総合的に判断すると 360 ton 700 HP 型トロールにカイトを使用せしめる場合はエビの漁獲に於ては従来のトロールに比較して約2~4割の漁獲増加があるものと推論される。

第 3 表 同一船型についてカイトを使用する船とカイトを使用しない船との 1 日 1 隻当りエビ漁獲量の比較

船型 360 ton 700 HP 型

漁期 昭和 32 年 12 月上旬～33 年 4 月上旬

カイトを使用 (T 社船)				カイトを使用しない (N 社船)				
船番号	操 業 日 数 日	エ ビ 漁 獲 量 函	1日平均 漁獲量 函/日	船番号	操 業* 日 数 日	エ ビ 漁 獲 量 函**	T 社に換算 した函数*** 函	T 社換算 1日平均漁獲量 函/日
TA1	98	6,566	67.0	NA1	102	1,866	4,852	47.6
TA2	97	7,617	78.5	NA2	115	2,448	6,365	55.3
TA3	96	7,779	81.0	NA3	115	1,715	4,459	38.8
				NA4	92	2,114	5,496	59.7
平 均	TAK=75.5			平 均	NA=50.4			
比 較 TAL/NA=1.5								

* 比較を同じ条件について行うため、この表においての N 社の操業日数は T 社の場合と同様にエビ漁獲の皆無であった場合の日数を除いた日数である。

, * N 社の 1 函は無頭無足 3.3 貫入りで約 260 尾である故に N 社の函数を 2.6 倍したものを以て T 社に換算した函数とする。

2. カイト式トロールと従来のトロールのエビ漁獲組成比較

T 社よりカイト式トロール (360 ton 型) 2 隻を選び、又 N 社より同型のトロール 2 隻を採り、これらについて昼夜別、漁期別、潮別等漁獲組成の比較を行った。

2.1 昼夜別エビ漁獲比較

昼夜別にエビについて比較を行うと第 4 表の如くである。

第 4 表 カイトを使用する船とカイトを使用しない船とについての昼夜別エビ漁獲量の比較

船型 360 ton 700 HP 型

漁期 昭和 32 年 12 月上旬～33 年 4 月上旬

昼夜の別	カイトを使用 (T 社船)				カイトを使用しない (N 社船)					比 較
	船番号	網 数	エ ビ 漁獲量 函	1網平均 漁獲量 函/網	船番号	網 数	エ ビ 漁獲量 函	T社換算 函数*** 函	T社換算 1網平均 漁 獲 量 函/日	
* 昼 間	TA2	364	4,943	13.6	NA1	289	1,125	2,925	10.1	$(T_{AK})_D /$ $(N_A)_D$ $=1.25$
	TA3	374	4,877	14.1	NA2	373	1,709	4,443	11.9	
	平 均	$(T_{AK})_D=13.85$			平 均	$(N_A)_D=11.0$				
** 夜 間	TA2	381	2,674	7.0	NA1	372	741	1,927	5.2	$(T_{AK})_N /$ $(N_A)_N$ $=1.4$
	TA3	432	2,902	6.7	NA2	426	739	1,921	4.5	
	平 均	$(T_{AK})_N=6.85$			平 均	$(N_A)_N=4.85$				
比較	$(T_{AK})_D / (T_{AK})_N=2.0$				$(N_A)_D / (N_A)_N=2.3$					

*, ** 夕刻から夜間にかけて曳網した場合および夜間から早朝にかけて曳網した場合はすべて夜間として取扱った。

*** N 社の漁獲函数を T 社の函数に換算するについては第 3 表と同様。

これによると両者共、昼間がいちぢるしく良く、夜間に比較して 2.0~2.3 倍となつている。又カイトの効果を昼夜別に比較して見ると、昼間に於ては 1.25 倍、又夜間に於ては 1.4 倍となつており、カイトの効果としては昼間より夜間に効きが強い事がわかる。我々はエビが夜間において浮上することを魚探機で一応推定しているが第 4 表に示される結果はこの推定を裏付けるものと考えられ、その魚群密度の問題と考え合わせ極めて興味ある問題である。

夜間に於て漁獲が半減する理由については前述した如く夜間のエビが浮上する傾向がある事から考えて、網の上方への大きな浮上も予想せられ又魚群密度が急激に稀薄になる事も考えられる。この問題については今後魚探機等の活用によつて充分に究明されなければならない。又昼間に於てもカイト式が従来のトロールの 1.25 倍になつている事は昼間のエビ魚群も垂直的にかなり広く分布している事を物語るものであろう。

2.2 漁期別エビ漁獲比較

エビ漁期間中を通じて第 1 図及第 2 図による南下エビ（秋エビ）と北上エビ（春エビ）について比較を行うと第 5 表の如くである。

第 5 表 カイトを使用する船とカイトを使用しない船とについて
漁期別エビ漁獲量の比較

船型 360 ton 700 HP 型

漁獲 昭和 32 年 12 月上旬~33 年 4 月上旬

漁 期	カイトを使用 (T 社船)				カイトを使用しない (N 社船)				比 較	
	船番号	網 数	エ ビ 漁獲量 函	1網平均 漁獲量 函/日	船番号	網 数	エ ビ 漁獲量 函	T 社換算 1 網平均 漁獲量 函/日		
* 秋 エビ 期	TA2	445	3,658	8.2	NA1	242	515	1,339	5.5	$(TAK)_a / (NA)_a = 1.3$
	TA3	459	3,534	7.7	NA2	404	1,045	2,740	6.8	
	平 均	$(TAK)_a = 7.95$			平 均	$(NA)_a = 6.15$				
** 春 エビ 期	TA2	300	3,959	13.2	NA1	419	1,351	3,514	8.4	$(TAK)_s / (NA)_s = 1.5$
	TA3	320	4,245	13.3	NA2	395	1,394	3,624	9.2	
	平 均	$(TAK)_a = 13.25$			平 均	$(NA)_s = 8.8$				
比較	$(TAK)_a / (TAK)_s = 0.6$				$(NA)_a / (NA)_s = 0.7$					

* 秋エビの期間は 12 月上旬~翌年 2 月中旬

** 春エビの期間は 2 月下旬~4 月上旬

*** N 社の漁獲函数を T 社の函数に換算するについては第 3 表と同様

これによると両者共、春エビの方が漁獲が良くなつている。そしてカイトの効果は秋エビに於て 1.3 倍、春エビに於て 1.5 倍と春エビの方に若干効果が強い事がわかる。

これは春エビの方は産卵洄游である為、秋エビに比較して魚群密度も大きくなり、又浮上する傾向も大きい事によるものと予想される。

2.3 潮別によるエビ漁獲比較

大潮、中潮、小潮、と潮別にエビ漁獲を比較すると第 6 表の如くであり両者とも潮別には大きな変化がない事がわかる。

しかし一般的な傾向としては両者共、大潮の場合が小潮に比較して多少良くなつている。そして何れの潮においてもカイトの効果が見られるが小潮の方に効きが強い傾向が見られる。このことは魚種は異なるが、キグチの漁獲が潮によつて大きく変動し、小潮に於て好漁獲の事を考えると

第 6 表 カイトを使用する船とカイトを使用しない船についての

潮別エビ漁獲量の比較

船型 360 ton 700 HP 型

漁期 昭和 32 年 12 月上旬～33 年 4 月上旬

潮別	カイトを使用 (T 社船)				カイトを使用しない (N 社船)				比較	
	船番号	網 数	エビ漁獲量 函	1網平均 漁獲量 函/日	船番号	網 数	エビ漁獲量 函	T社換算 漁獲函数**		T社換算 1網平均 漁獲量 函/日
大潮	TA2	252	2,892	11.5	NA1	250	780	2,028	8.1	$(T_{AK})_f / (N_A)_f = 1.25$
	TA3	275	2,865	10.4	NA2	258	954	2,480	9.6	
	平 均	$(T_{AK})_f = 10.95$			平 均	$(N_A)_f = 8.85$				
中潮	TA2	268	2,597	9.7	NA1	226	611	1,589	7.0	$(T_{AK})_m / (N_A)_m = 1.3$
	TA3	285	2,728	9.6	NA2	274	808	2,101	7.7	
	平 均	$(T_{AK})_m = 9.65$			平 均	$(N_A)_m = 7.35$				
小潮	TA2	225	2,132	9.5	NA1	185	475	1,235	6.7	$(T_{AK})_n / (N_A)_n = 1.45$
	TA3	219	2,186	10.0	NA2	267	686	1,784	6.7	
	平 均	$(T_{AK})_n = 9.75$			平 均	$(N_A)_n = 6.7$				
比較	$(T_{AK})_f / (T_{AK})_m = 1.1$				$(N_A)_f / (N_A)_m = 1.2$					
	$(T_{AK})_n / (T_{AK})_m = 1.0$				$(N_A)_n / (N_A)_m = 0.9$					

* 潮汐は青島 (山東半島) を基準にとつた

** N 社の漁獲函数を T 社の函数に換算するについては第 3 表と同様

対照的で興味ある問題である。

3. カイト式トロールの各魚種別漁獲効果

T 社 (カイト式) 及 N 社 (カイトなし) の同型トロール船 (360 ton 700 HP 型) 4 隻についてエビ, グチ類, タチウオ, ヒラメ, カレイ類等, 各魚種別にその漁獲を比較すると第 7 表の如くである。

第 7 表 カイトを使用する船とカイトを使用しない船についての

魚種別漁獲量の比較

船型 360 ton HP 700 型

漁期 昭和 33 年 12 月上旬～33 年 4 月上旬

魚 種	カイトを使用 (T 社船)					カイトを使用しない (N 社船)					比 較
	船番号	網 数	漁 獲 量		1 網平均 漁獲量 函/網	船番号	網 数	漁 獲 量		1 網平均 漁獲量 貫/網	
			函	貫**				函	貫		
エビ	TA2	745	7,617	9,674	13.0	NA1	661	1,866	6,158	9.3	$(T_{AK})_E / (N_A)_E = 1.3$
	TA3	779	7,779	9,879	12.7	NA2	799	2,448	8,078	10.1	
	平均	$(T_{AK})_E = 12.85$				平均	$(N_A)_E = 9.7$				

グチ類	T _A 2	745	2, 232	15, 624	21. 0	N _A 1	661	843	6, 744	10. 2	(T _{AK}) _G / (N _A) _G =1. 1
	T _A 3	779	2, 626	18, 382	23. 6	N _A 2	799	2, 951	23, 608	29. 5	
	平均	(T _{AK}) _G =22. 3				平均	(N _A) _G =19. 85				
タチウオ	T _A 2	745	187	1, 122	1. 5	N _A 1	661	33	215	0. 3	(T _{AK}) _T / (N _A) _T =1. 25
	T _A 3	779	147	882	1. 1	N _A 2	799	222 (2)*	1, 449	1. 8	
	平均	(T _{AK}) _T =1. 3				平均	(N _A) _T =1. 05				
ヒラメ カレイ 類	T _A 2	745	1, 554	7, 770	10. 4	N _A 1	661	1, 373 (64)*	9, 104	13. 8	(T _{AK}) _H / (N _A) _H =0. 9
	T _A 3	779	1, 356	6, 780	8. 7	N _A 2	799	464 (943)*	5, 656	7. 1	
	平均	(T _{AK}) _H =9. 55				平均	(N _A) _H =10. 45				

* ウス箱

** 各魚種につき漁獲函数を貫数に換算するには次の表による。

魚 種	T 社	N 社	
		標準 函	社 ウス 函
エ ビ	1 函=1. 27貫	1 函=3. 3 貫	
グ チ 類	=7. 0	=8. 0	
タ チ ウ オ	=6. 0	=6. 5	1 函=2. 8 貫
ヒラメ, カレイ類	=5. 0	=6. 5	=2. 8

これによるとカイト式はエビについては1.3 倍、グチ類については 1.1 倍、タチウオについては 1.25 倍と、エビ、グチ、タチウオ等に対しては漁獲が増加している事がわかる。しかし、ヒラメ、カレイ類等の如く海底に定着していると思われる魚種に対しては 0.9 と多少の減少を示めている。これはカイトを使用する事によつてワープの展開角度が 2°~3° 狭くなる為、それによる曳網面積の減少の影響ではないかとも考えられる。

しかし前述した如く T 社と N 社とでは同型船と言えども多少の相異があり、又網の構成についても多少異なる所があるからこれらの結果を以てただちにカイトの効果として見る事は適切ではないが、大体の目安として観察すべきであろう。

要 約

T 社の 360 ton 700 HP 型トロール 3 隻はコウライエビ（大正エビ）漁期間中（昭和 32 年 12 月上旬~33 年 4 月上旬）既報の遊動カイト³⁾を連続使用し黄海漁場に於て操業を行つた。そこでこのカイト式トロール 3 隻と従来のトロール（14 隻）についてエビ漁を中心とした漁獲性能の比較を行つた。その結果、

1) カイト式トロール（360 ton 700 HP 型）は従来のトロールに比較してコウライエビについては約 2~4 割、漁獲性能が増大する。

2) カイトの効果は昼間より夜間の方がエビに対しては有効である。又昼夜別にその漁獲を比較すると昼間は夜間の約 2 倍である。

3) 春エビと秋エビを比較すると春エビの方が漁獲が良く、又カイトの効果も春エビの方が有効である。

4) エビの漁獲は潮別には大きな変化がない。しかし傾向としては大潮の方が多少良く又カイトの効果は小潮時の方が有効である。

5) カイトはグチ類、タチウオ等に対しても有効である。しかし、ヒラメ、カレイ類に対して

は多少減少する傾向が見られる

終りに資料を教示くださった T 社, 及 N 社の関係諸氏に厚く御礼申上げる。

文 献

- 1) 里 内 晋: 底曳漁業と其の資源 昭和 18 年 10 月 20 日 水産社
- 2) 岡田立三郎: “資源の生物学的研究, 分布域と洄游及び漁期漁場” 東海, 黄海における底魚資源の研究
(4) 西海区水産研究所
- 3) 高山 重嶺, 小山武夫: トロールに関する研究—I 遊動カイトによる拡口装置について, 東海区水産研究所研究報告第 19 号

Efficiency of a Trawl Kite Compared with Ordinary Trawlers

Shigene TAKAYAMA and Takeo KOYAMA

Synopsis

Construction of the trawl kite and the results of its field experiments were described in a previous report³⁾. To appraise efficiency of the kite for a longer period of operation, catches of the prawn, *Penaeus orientalis* Kishinouye, by trawlers aided with or without the kite are compared in the present paper. The data of catches were supplied by 17 trawlers operated during December 1957 through ensuing April in the Yellow Sea where the migratory routes of the prawn were suggested by different authors as shown in Figs. 1 and 2.

1) Of the boats under report three were equipped with the kite and the others were not. The former group were a 360-ton class with the engine of 700 HP., and the latter group were either a 270-ton class, 550 HP, or a 500-ton class, 750 HP. Disregarding these differences, Table 1 indicates that the kite trawlers had the catch nearly twice as much as the others.

2) When the catch in the corresponding seasons in 1956-57 and 1957-58 are compared on the basis of size-class of boats, the kite trawlers had almost the same amount of catch in both seasons (Table 2 (A)), whereas the catch by the ordinary trawlers in the current period decreased 20-40% from the proceeding period (Table 2 (B)). This may be implicit of efficiency that the kite had in maintaining the present catch at the same level as in the past.

3) Between the 360-ton class of boats, the kite trawlers were about 1.5 times as effective as the ordinary ones in capturing the prawn (Table 3).

4) The operation in daytime could haul the catch about twice greater than at night. However, it is worth noting that efficiency of the kite dominating over the ordinary trawlers were a little greater in the night operation than in the daytime (Table 4).

5) When compared by season, the prawn migrating northward in spring were more vulnerable to fishing than the southerly migrators in winter. This was also true with the kite trawlers (Table 5)

6) Although no appreciable differences in the catch were found between spring and neap tides, the catch in the former tended to be a little greater than in the latter. As yet, slightly better in the neap tide than in the spring was dominance of the kite over the ordinary trawlers.

7) For species such as croakers and hairtails, the kite proved to work better than the ordinary trawlers. But it was somewhat inferior to the ordinary trawlers in capturing flatfishes that seem to stay almost always on the bottom (Table 7).

合成テグスの膨潤、抗張力、剛さ*

林 一 朗

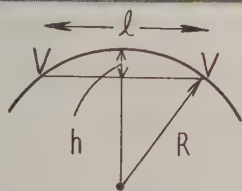
合成テグスに就いては、さきに矢島¹⁾の測定があるが、その後の年数間にその質の改良が見られると思われるので更にその諸性質を調べた。

測定時期 昭和31年8月20日～9月10日

測定資料 東洋レーヨン製ナイロンテグス飛隣11種及び銀隣3種。

測定事項 吸水に依る膨潤度、湿潤状態に於ける伸度、抗張力、弾性率。

- 測定方法 1) 直径の測定には試料の長さ 1.5 cm をとりその5箇所に就き直径を顕微鏡で測定しその平均値をとる。
- 2) 抗張力及び伸度の測定には網糸抗張力試験機(容量 50 kg)を用い、伸度測定の際点距離としては 10 cm をとつた。
- 3) 剛さに就いてはテグスの弾性率(ヤング率)を測定した。これには第1図に示す如き装置を用い(剛さ大なるものは第1'図の如く増装した)。



第 1 図



第 1' 図

$l=1.5$ cm の距離に固立された刃の間にあるテグスの部分に半径 R なる円環に依り側圧を加えてテグスが円環を完全に接触し半径 R なる彎曲をなすために加えられる可き力 W を装置の振り秤で読取る。この時のテグスの曲りをその単位長さ当りに $w = \frac{W}{l}$ なる均一荷重を受けておこる弾性曲りと見做すと** 最大撓み h は $h = \frac{5wl^4}{384}$ と表わされる。但し E =ヤング率、 I =テグ

* 1958年7月11日受理、東海水産研究所業績A第77号。

** 矢島はテグスの中央部に W なる集中荷重を受けるものとして取扱っている。

1) 日本水産学会誌第13巻第2号昭和22年。

スの弾性モーメントとする。 h は $h=R-\sqrt{R^2-\frac{l^2}{4}}$ として計算され、 I はテグスの直径を d とすると $I=\frac{\pi}{64}d^4$ であり、又 $W=wl$ なるため $E=\frac{wl^3}{1.2\pi d^4}$ としヤング率 E を求めた。

4) 各測定事項毎に試料各 15 本づつとりその測定値の平均値をとつた。

測 定 結 果

試料種類番	飛											鱗		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	A'	B'	C'
膨潤度 $\frac{D_w-D}{D}$ %	3.9	6.4	5.7	3.5	5.3	5.7	6.8	5.7	8.5	6.0	13.9	0.9	3.4	2.7
伸 度 l %	27 (3.9)	31 (5.3)	30 (5.4)	27 (5.6)	26 (2.4)	28 (5.5)	31 (4.6)	32 (9.8)	24 (4.0)	28 (5.5)	27 (3.9)	30 (4.6)	33 (4.5)	30 (2.0)
抗 張 力 T kg	0.9 (31.5)	2.1 (28.9)	3.4 (7.4)	5.3 (24.2)	6.6 (12.2)	7.7 (10.4)	9.9 (7.0)	14.1 (6.4)	18.1 (10.5)	24.9 (7.2)	26.2 (5.3)	5.2 (11.6)	10.5 (7.7)	19.5 (9.2)
破断応力 σ kg/mm ²	38.0	47.0	48.6	49.8	49.6	45.3	43.3	35.6	42.5	46.3	42.6	44.7	43.9	41.6
デニール当りの抗張力 t g/d	3.4	4.3	4.6	4.7	4.6	3.9	4.2	4.4	3.7	4.2	3.9	4.2	4.6	4.2
弾 性 率 E kg/mm ²	159	89	105	74	77	64	56	180	206	199	179	189	104	141

備考 1) D_w : 湿潤時のテグスの直径, D : 乾燥時のテグスの直径。

2) 伸度及び抗張力の欄の () 内の数字は不同率 (最大値と最小値との差と平均値との比) % を表わす。

3) 測定時の室温 21~21°C, 湿度 80%, 水温 23°C。

謝辞 御校閲を賜つた源生所長並びに実験に終始御指導を賜つた高山漁具漁法部長に厚く感謝致します。

Swelling, Elongation, Breaking Strength and Elasticity of Synthetic Snell Lines

Ichiro HAYASHI

Synopsis

In view of marked progress that have been made in technology of processing synthetic fibres into snell lines, tests have been carried out in regard to physical properties of the lines that may be affected when the lines are wet and absorb water. The table indicates the values determined as to elongation, breaking strength and elasticity of wet lines, and swelling of line by water absorption.

低温におけるアミラン糸の強度*

林 一 朗

合成繊維就中アミラン網は南氷洋の捕鯨用鉛先網として使用されつつあるが、此の場合アミラン糸が漁場の低気温或いは低水温によりどの程度の強度変化が生ずるかの 大要を知る為低温格納中、並びに格納後の二つの状態に付いて本試験を行つた。因みに南氷洋の漁期（1954 年夏期）の最低気温 -6.4°C 、最低水温 -1.8°C である。

実 験 の 部

(A) 低温に於けるアミランの抗張力試験

試験時期 昭和 27 年 7 月 1~12 日（期間平均室温 25°C ）

供試材料 樹脂加工アミラン 250 デニール 3 子/6 本

試験方法 図に示す如く 抗張力試験機にドライアイスに依る冷却槽を附し、供試網糸をこの中に一定時間置いて冷却した後加重して抗張力を測定した。

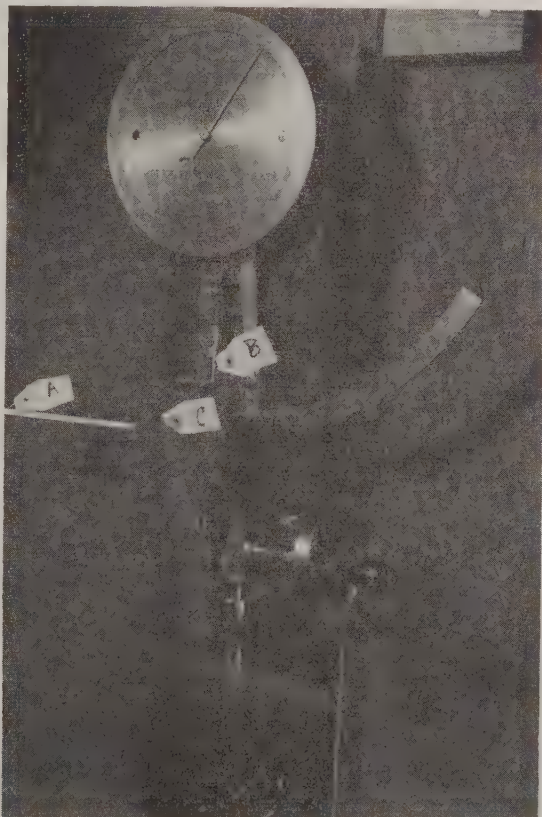
冷却槽内の温度の調節は装入するドライアイスの量に依り行い棒状寒暖計で槽内の温度を測つた。供試糸は乾燥状態にあるものと、 21°C の淡水中に一昼夜浸漬して吸水せしめ湿润状態にあるものとの 2 通りを採つた供試糸の数は各試験条件ごとに 15 本をとりその測定値の平均値を以て抗張力とした。

附 図

A: 棒状寒暖計

B: 試験糸

C: 冷却槽



* 1958 年 7 月 11 日受理 東海区水産研究所業績 A 第 78 号

試験結果

第 1 表

低温槽内 温 度 C°	冷却時間 min	抗 張 力 kg	
		乾燥状態	湿潤状態
-10	5	3.5 (11.3)	3.2 (19.0)
	10	3.3 (17.2)	3.2 (17.2)
-20	1	3.5 (1.2)	3.0 (22.4)
	5	3.5 (17.6)	3.0 (20.0)
	10	3.4 (17.5)	3.4 (17.5)
-30	1	3.5 (9.4)	2.9 (8.9)
	5	3.3 (12.1)	3.0 (20.0)
	10	3.4 (13.6)	2.9 (20.0)
対照 (室温にて測定)		3.7 (16.2)	3.3 (15.1)

備考 () 内の数字は不同率%を表わす

考察 1) 試験結果からみるとアミランの抗張力はそれが乾燥状態にあつても湿潤状態に於いても、1~10 min 程度の時間では -10~-30°C の範囲に於いては温度による抗張力の変化は殆んど認められない。然し常温で測定された対照試験と比べると一般に抗張力は若干小さい事が認められる。

2) 試験により切断されたものを見ると低温槽内でその下部に位置していた所で切れたものが総数の 80% に及んでいる。これは加重により糸が伸びる為低温槽の下部に位置した部分が外部に出て温度の急激な変化に遭つた為これが抗張力に影響したものと思はれる。

(B) 低温に成る期間格納されたアミラン糸の抗張力

試験時期 昭和 27 年 6 月 25~30 日

供試材料 樹脂加工アミラン及び樹脂加工されないアミラン 250 デニール 3 子/6 本

試験方法 供試糸を -15°C で 2 昼夜冷蔵した後、室温 (23.5°C) の大気中で抗張力及び伸度を測定した。伸度測定の標点距離としては 10 cm を採つた。供試糸の数は各試験条件に就き 15 本づつを採り各測定値の平均値を求めた。

試験結果

第 2 表

	樹脂加工されたもの		樹脂加工されないもの	
	抗 張 力 kg	伸 度 %	抗 張 力 kg	伸 度 %
低温で格納されたもの	5.2 (26.2)	37 (16.2)	5.5 (19.5)	36 (13.8)
対 照	5.1 (43.2)	36 (17.4)	5.4 (16.9)	37 (19.3)

() 内の数字は不同率%を示す

考察 試験に採られた程度の温度、期間の冷蔵に依つてはアミラン糸の抗張力にも伸度にも殆んど影響を与えないと認められる。

謝辞 御校閲を賜つた源生所長並びに 実験に終始御指導を賜つた 高山漁具漁法部長に厚く感謝致します。

Breaking Strength of Amilan Rope at Low Temperatures

Ichiro HAYASHI

Synopsis

In the Japanese whaling expeditions in the Antarctic Region, a synthtic fiber Amilan, has been in use for harpoon ropes. The experiments have been conducted to see what effects, if any, low temperatures such as found in the Antarctic would have on the harpoon ropes.

1. The sample pieces of the rope were subjected to low temperature (-10° to -30°C) for 1-10 minutes in the presence of dry ice. When the rope tested in wet condition were compared with the dry one, the breaking strength did not much differ between them. However, the strength of the rope tested at these low temperatures was found on a little lower level than the rope tested at the normal temperature (Table 1.)

2. After storing the sample materials at -15°C for 48 hours, the breaking strength and elongation were determined at room temperature. In comparison with the control material, the storing conditions so far tested do not seem to have affected the physical properties of the rope under examination (Table 2.)

漁網用染料としてのナフテン酸銅*

林 一 朗

近來米国に於いて流網用の染料としてナフテン酸銅を主剤とせるものが多数使用され 効果を修めて居る模様なのでその防腐効果を調べる為本試験を行つた。

試 験 概 要

1. 供試染料 ナフテン酸銅石鹼 (銅 1 % 含有)
2. 試験事項
 - a) 供試染料のみで 1 回染の場合
 - b) 供試染料のみで 2, 3 回繰返し染付けた場合
 - c) 供試染料で染付けた後タール染料により被覆染付けした場合
 - d) 供試染料を亜麻仁乳剤への添加剤として用いた場合に就き それぞれ その防腐効果を試験した。
3. 試験方法 網糸を前項により各種の染付を為したものを真試験地の 海水中に浸漬し或る 期間を経過する毎に取揚げその抗張力を測定し同条件に 於いて 海水浸漬された対照と比較した。

抗張力測定は各試験項目毎に毎回 15 本づつに就いて行いその測定値の平均値を以てその抗張力とした。

a) ナフテン酸のみで 1 回染付の場合

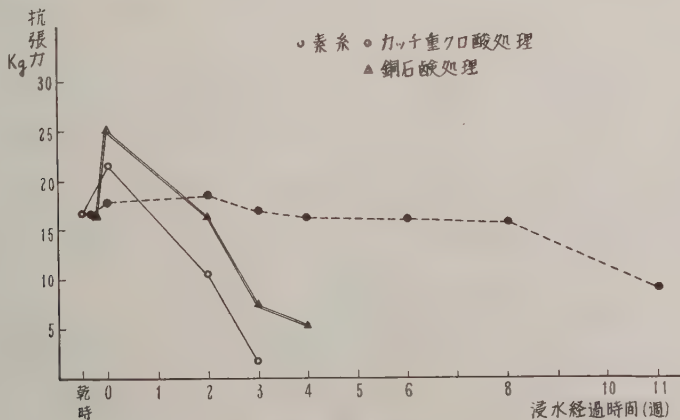
供試網糸 ラミー 17 番手 5 本

染料 試験染料 ナフテン酸銅石鹼 (銅 1 % 含有)

対照染料 3 % カッチ溶液 (染付後 1 % 重クローム酸カリ液にて固定)

海水浸漬期間 昭和 28 年 3 月 6 日～同 5 月 20 日 期間中に於ける平均海水温度 15.5°C

試験結果



第 1 図

考察 染料に依る抗張力半減日数を見ると次表の如くである。

* 1958 年 7 月 11 日受理, 東海区水産研究所業績 A 第 79 号。

第 1 表 抗 張 力 半 減 日 数 比 較

網糸種類		ラミー糸 (17番手 5 本)
染 付		
ナフテン酸銅一回染		17 days
カツチ染(重クロム酸カリ固定)		75
素	糸	15

b) ナフテン酸のみで 2, 3 回染付けた場合

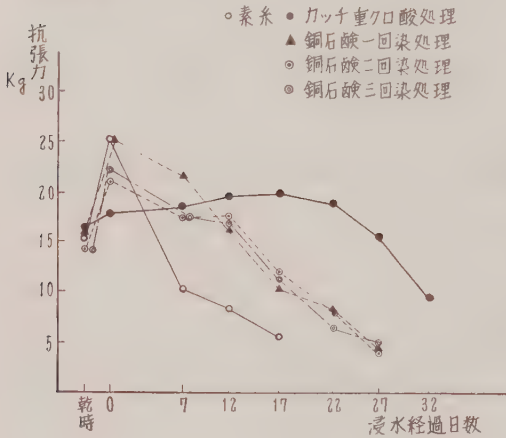
供試網糸 ラミー 17 番手 5 本及び綿糸 20 番手 3 子/15 本

染 料 a) に同じ

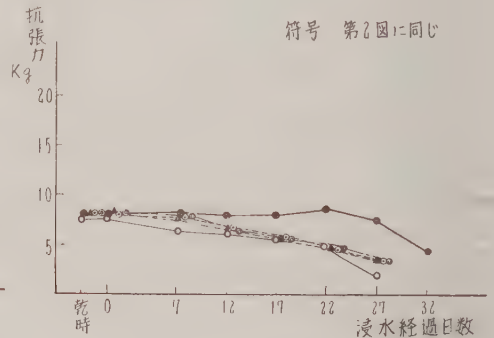
染 付 網糸を染付け風乾した後同一染料で染付ける事を 2, 3 回繰返す

海水浸漬期間 昭和 28 年 6 月 7 日～同 7 月 7 日, 期間平均海水温度 22°C

試験結果



第 2 図



第 3 図

考察

1) ラミー糸の場合にはナフテン酸銅により染付けたものをカツチ染のものと比較すると、海水浸漬直後に於いてはその抗張力は著しく大きいがその後の海水浸漬による抗張力の低下率は大きく抗張力半減日数を比較すると次表の如くである。

2) 綿糸の場合には浸水直後に於いての抗張力は供試染料で染付けたものもカツチで染付けたものも殆んど変わらない。海水浸漬による抗張力低下率はナフテン酸により染付けたものの方が稍

第 2 表 抗 張 力 半 減 日 数 比 較 表

網糸種類		ラミー糸 (17番手 5 本)	綿糸 (20番手 3 子/15 本)
染 付			
ナフテン酸銅石鹼	1 回染	20 days	25 days
	2 回染	20	25
	3 回染	20	25
カツチ染(重クロム酸カリ固定)		30	35
素	糸	15	22

大きく抗張力半減日数を比較すると第2表の如くである。

3) ナフテン酸銅により染付を 2, 3 回繰返してもその防腐効果には殆んど変りが見られない。

c) ナフテン酸銅で染付けた後タール染料で被覆染付した場合

供試網糸 綿糸 20 番手 3 子/60 本

染料 主染料 (A) ナフテン酸銅石鹼 及び対照として

(B) 3% カッチ溶液 (1% 重クロム酸加里固定)

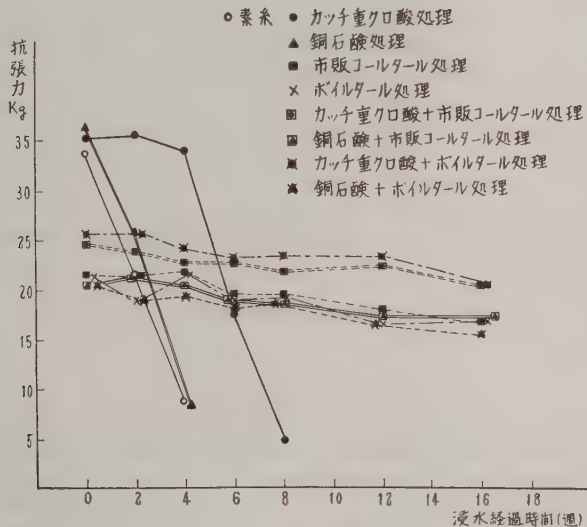
被覆染料 (C) 市販コールタール 或いは

(C') ボイタール (市販コールタールを 150°C で 1 時間沸騰し水分及びタール酸を除いたもの)

染付 主染料で染付けた後被覆染料 (C) 或いは (C') で染付ける。

海水浸漬期間 昭和 28 年 4 月 11 日 ~ 同 8 月 11 日, 期間初期に於いての海水温度 15°C, 終期に於いて 24°C。

試験結果



第 4 図

考察 ナフテン酸で染付けその上を更にタール染料で被覆染付けたものはタール染料のみで染付けたものと殆んど変らない防腐特性を示し, ナフテン酸がこれに寄与する所は殆んど見られない。むしろタール染料のみで染付けたものより効果が低下する様に見られる。この点対照染料のカッチでは明らかにタール染料のみの場合より防腐効果が増している事が認められる。

d) ナフテン酸銅を亜麻仁油乳剤への添加剤として使用した場合

供試網糸 ラミー糸 17 番手 5 本

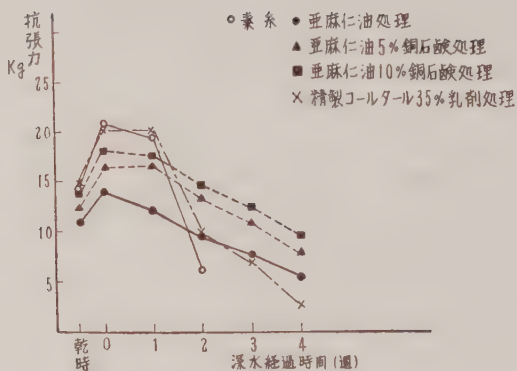
染料 主染料 30% 亜麻仁油乳剤

添加染料及びその添加量 ナフテン酸銅を主染料の 5 及び 10% 添加する

対照染料 35% コールタール乳剤

海水浸漬期間 昭和 28 年 4 月 25 日 ~ 同 5 月 25 日, 期間中の平均海水温度 17°C。

試験結果



第 5 図

考察 ナフテン酸銅を亜麻仁油乳剤に添加剤として用いる時は明らかにその効果が認められる。そして添加率が大なる程その効果は増すが添加量の増すに従いその効果の増大の率は減少する。

謝辞 御校閲を賜った源生所長並びに実験に終始御指導を賜はった 高山漁具漁法部長に厚く感謝致します。

Preserving Effect of Copper Naphthenate for Fishing Nets

Ichiro HAYASHI

Synopsis

Preserving effects on fishing nets by copper naphthenate treatment and its combination with coal-tar coating have been examined. In the experiments, sample pieces of fishing twines that had been treated in 1% copper naphthenate bath or its modifications and submerged in the sea were taken out at intervals of time to assess the breaking strength. Of the various treatments examined, the bathing in a linseed oil emulsion of the naphthenate seems to be most effective. The preserving effect of this treatment was found in a lineal relation with the concentration of the emulsion while the quantitative increase of the emulsion did not always result in the increase of the preservative effect.

合成繊維網糸に対する タール酸の影響*

林 一 朗

合成繊維に対する染料は従来の天然繊維の漁網網と異なりその用途効果に於いても腐敗防止等の観念を完全に無視する事が可能と成り染料としては網糸の比重増加、減摩材等に又鮎延繩の如く繩の形態維持並びに耐摩性の効用も要求される様に成つた又一方漁業経済上より見たる場合一番安価で手軽に多量に入手出来然かも取扱い容易なるものが望まれる此の対照と成るのがコールタールであり熱延伸処理の場合にも本品を充分に活用している。併し元来合成繊維なるものは有機酸に弱いとされて居る。コールール中には諸種の有機酸、例えば石炭酸、醋酸、クレシール酸、ロゾール酸、グリノリツク酸などが含まれている故これ等の酸がコールタールで染め付けられた合成繊維網糸の抗張力及び伸度にどの様に影響を与えるかをみる為ここに石炭酸及び醋酸の及ぼす影響につき試験しなおクレオソート油についても試験した。

試 験 事 項

1. コールタールの石炭酸含有量の相違に依る網糸の抗張力及び伸度の変化
2. 種々の濃度の石炭酸溶液の網糸の抗張力及び伸度に与える影響
3. 種々の濃度の醋酸溶液の網糸の抗張力及び伸度に与える影響
4. クレオソート油の網糸の抗張力及び伸度に与える影響

供試網糸

綿 糸	20 番手 3 子/6 本
ク レ モ ナ	250 デニール 3 子/6 本
カネビヤン	250 デニール 3 子/6 本
ア ミ ラ ン	(樹脂加工) 250 デニール 3 子/6 本
同	(非樹脂加工) 250 デニール 3 子/6 本

何れの試験に於いても抗張力及び伸度の測定には各試験種目毎に供試糸を毎回 15 本づつ採りその測定値の平均値を採つた。又伸度の測定には標点距離を 10 纏に採つた。

試験期間 昭和 27 年 8 月 10 日——同 10 月 5 日

〔I〕 コールタールの石炭酸含有量の相違が網糸の抗張力及び伸度に及ぼす影響

漁網用染料として用いられている市販 コールタール 中には一般に幾らかの石炭酸を含有しているがその含量の相違がそれに依つて染付けられた 網糸の抗張力及び伸度にどの様な影響を与えるかを見るため、市販コールタール (タール酸 5% を含む) に特に石炭酸を加えてその含量を高めたものを用いて次の 2 種の試験を行つた。

- a) 市販コールタール 0.5 及び 10% の石炭酸を加えたものを 60°C に加熱しこの中に供試網糸を 5 min 間浸漬した後数日間風乾したものにつきその抗張力及び伸度を測定する。乾燥に際して日光の影響を見るため乾燥には屋外にて日光のもとに風乾するものと室内にて乾燥するものとの 2 通りを採つた。

* 1958 年 7 月 17 日受理 東海区水産研究所業績 A 第 80 号

- b) 前項に依り供試コールタール中に 5 min 間浸漬したものを淡水 (16.5°C) に数日間浸漬したものに付き抗張力及び伸度を測定する。

試験結果

第 1 表 石炭酸を添加したコールタールに浸漬された網糸の抗張力

経過日数 days		網 糸 の 抗 張 力 kg											
		綿 糸				ク レ モ ナ				カ ネ ビ ヤ ン			
		素 糸	石炭酸添加割合 %			素 糸	石炭酸添加割合 %			素 糸	石炭酸添加割合 %		
			0	5	10		0	5	10		0	5	10
風 乾	0*	3.1	3.0	3.1	3.1	4.1	4.0	4.0	3.5	3.8	3.7	3.4	3.1
	屋外 { 10	2.6	2.6	2.6	2.8	4.2	3.8	3.8	3.7	3.5	3.3	3.3	3.3
	30	2.6	3.4	3.4	3.3	4.1	3.8	3.8	3.5	3.3	3.3	3.1	3.0
	室内 30	—	3.1	3.2	3.5	—	3.1	3.2	3.5	—	3.3	3.9	3.0
淡 水 中 浸 漬	10	3.4	3.0	3.3	3.2	3.4	3.3	3.2	2.9	2.6	2.5	2.6	2.3
	30	3.4	3.4	3.5	3.6	3.5	3.3	3.2	3.2	2.6	2.6	2.6	2.6

* 染付直後

第 2 表 石炭酸を添加したコールタールに浸漬された網糸の伸度

経過日数 days		網 糸 の 伸 度 %											
		綿 糸				ク レ モ ナ				カ ネ ビ ヤ ン			
		素 糸	石炭酸添加割合 %			素 糸	石炭酸添加割合 %			素 糸	石炭酸添加割合 %		
			0	5	10		0	5	10		0	5	10
風 乾	0*	12.5	11.8	10.6	11.0	14.0	19.7	18.8	24.5	29.0	36.0	38.0	35.0
	屋外 { 10	10.7	9.0	8.0	9.0	16.9	18.0	17.0	24.0	30.0	33.0	35.8	36.9
	30	11.0	8.0	8.9	9.6	17.0	16.0	15.0	21.0	31.8	29.0	29.6	33.0
	室内 30	—	8.0	8.0	8.8	—	29.8	30.0	32.9	—	15.6	15.6	34.9
淡 水 中 浸 漬	10	18.7	17.9	17.0	16.0	19.8	21.9	18.0	23.0	34.0	35.0	34.7	35.0
	30	18.0	16.0	14.9	16.7	19.0	19.8	18.6	24.0	33.0	34.0	34.8	37.7

* 染付直後

考察

1) 抗張力 対照としてとつた綿糸ではコールタール処理に依り抗張力の値は余り変わらず、風乾したもののでも淡水中に浸漬したもののでも石炭酸添加量の違いに依る影響はあまりなく添加割合の大きい方が却つて幾分大きい抗張力を示している。これに反して合成繊維ではクレモナでもカネビヤンでも一般にコールタール処理したものの方が素糸より低い抗張力を示し石炭酸添加割合 5% では無添加のものに比して大した違いはみられないが、10% のものは無添加の場合に比し 10~20% の抗張力減を示す。又綿糸では素糸でも染付けられた糸でも淡水浸漬により抗張力を増すがクレモナ、カネビヤンでは淡水浸漬に依り 20% 位の抗張力低下を示した、そして低下の割合は素糸の場合でも、コールタール染の場合でも、又コールタールへの石炭酸添加割合が 5% の場合でも 10% の場合でも殆んど差はない。

2) 伸度 綿糸では一般にコールタール処理に依り伸度は低下するが、クレモナ、カネビヤン

ではコールタール処理し風乾したものは素糸に比べて伸度を増し、石炭酸添加割合 10% のものではそれが顕著である。又風乾日数が増すと共に伸度は減少し石炭酸添加割合 5% のものでは風乾日数 30 日では素糸より却って小さい伸度を示している。淡水浸漬のものでは伸度の変化は著しくないが、石炭酸添加割合 10% のものではやはり無添加の場合に比べて 10~20% の伸度増がみられる。以上の結果から考えて結論として市販のコールタールの石炭酸含有程度では石炭酸の為に網糸の抗張力或いは伸度に与えられる影響は大したものではない。

(II) 石炭酸が網糸の抗張力及び伸度に与える影響

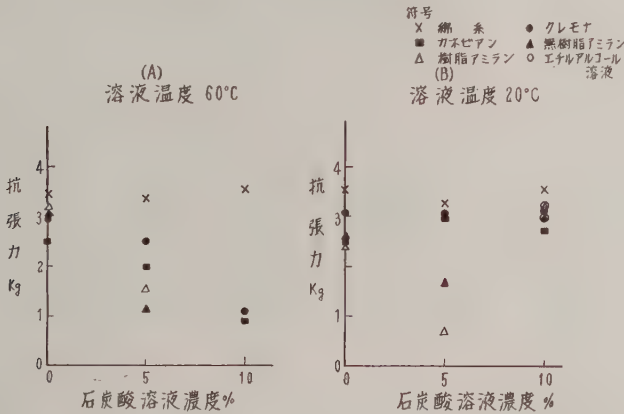
石炭酸そのものが網糸の抗張力及び伸度に及ぼす影響を見るため、供試糸を異なる濃度及び温度の石炭酸水溶液中に浸漬したものに付き、その抗張力及び伸度を測定した。

供試石炭酸溶液の濃度 0, (対照) 5% 及び 10%

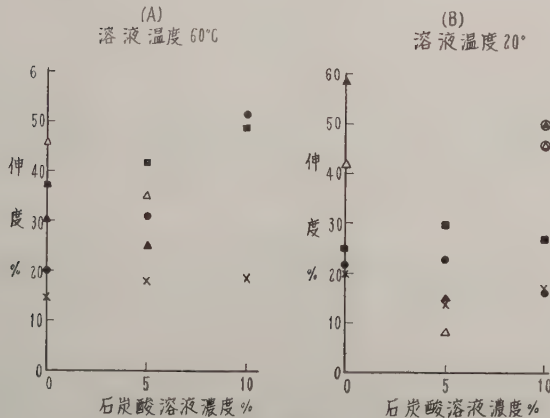
供試石炭酸溶液の温度 60°C 及び 20°C

註 アミランは石炭酸水溶液濃度 10% 温度 60°C の試験では浸されて粘土状と成つたので常温溶液の試験では 10% エチルアルコール溶液として用いた。

試験結果 第 1 図 (A), (B) 及び第 2 図 (A), (B)



第 1 図



第 2 図

考察

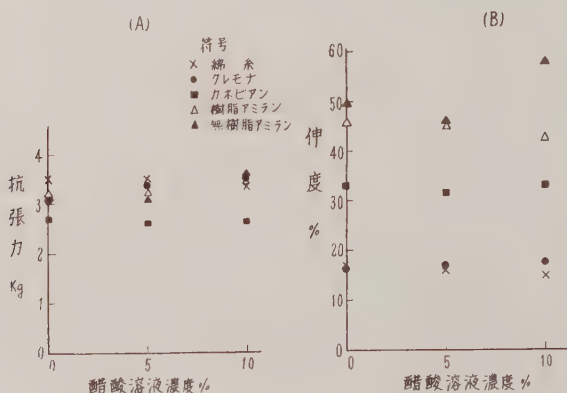
1) 抗張力 綿糸の場合には石炭酸溶液の濃度 0~10% 程度では、溶液温度が 20°C の場合でも 60°C の場合でも抗張力に殆ど影響を与えない。クレモナ及びカネビヤンでは溶液温度 20°C 程度では抗張力には殆ど影響はみられないが、60°C ではその影響が明らかにみられ、溶液の濃度が太なる程抗張力は顕著に減少する。アミランの場合には石炭酸の影響は大きく、綿糸の抗張力は溶液の濃度が増すと共に著しく減じ、10% の溶液に浸漬されたものは浸されて粘土状のものとなった。依つて石炭酸のエチルアルコール溶液とし濃度 10%、温度 18°C のものに浸漬したアミラン糸は樹脂加工したもの、樹脂加工しないものでも、その抗張力の低下は非常に小さい。

2) 伸度 綿糸の場合には伸度も石炭酸溶液によつて殆ど影響されない。クレモナ及びカネビヤンでは溶液温度 20°C では殆ど支たる影響は見られないが溶液温度 60°C の場合にはその影響は大きく濃度の増大と共に伸度は著しく増す。アミランの場合にはその影響は更に著しく、この場合には溶液濃度の増大に伴い伸度を著しく低下する。石炭酸をエチルアルコール溶液としたものに浸漬した場合は濃度 10% でも伸度の低下は比較的小さい。

(III) 醋酸が綿糸の抗張力及び伸度に与える影響

醋酸が綿糸の抗張力及び伸度に及ぼす影響を見るため石炭酸の場合と同様な試験をした但し溶液温度は 21°C の場合のみをとつた。

試験結果



第 3 図

考察 試験に用いた濃度 (0.5 及び 10%) 及び (温度 121°C) の醋酸水溶液では綿糸でも合成繊維でもその抗張力及び伸度とも殆ど影響されない。ただ樹脂加工されないアミランは 10% の濃度では伸度を相当増大した。

(IV) クレオソート油が綿糸の抗張力及び伸度に与える影響

クレオソート油の綿糸の抗張力及び伸度に及ぼす影響をみるため前と同じ供試綿糸につき下記により試験を行つた。

供試液 東京ガス KK 製、乾炭タールクレオソート油 比重 1.06 (25.0°C) 水分 0.3%

試験方法 供試糸をクレオソート油 (温度 18.0°C) に一昼夜浸漬した後平均気温 20°C に於いて 3 昼夜風乾し、クレオソート油に浸漬直後及び風乾後に於いての抗張力及び伸度を測定した。

試験結果

第 3 表 クレオソート油で処理された網糸の抗張力

織 維 種 類	抗 張 力 kg			
	素 糸		クレオソート油 に 浸 漬 直 後	3 昼夜風乾後
	乾 時	湿 時		
綿 糸	3.0	3.3	3.4	3.5
ク レ モ ナ	4.1	3.3	3.8	4.4
カ ネ ビ ヤ ン	3.8	2.5	3.0	3.7
アミラン (樹脂加工)	3.7	—	3.6	3.6
同 (非樹脂加工)	3.6	—	3.6	3.7

第 4 表 クレオソート油で処理された網糸の伸度

織 維 種 類	伸 度 %			
	素 糸		クレオソート油 浸 漬 直 後	3 昼夜風乾後
	乾 時	湿 時		
綿 糸	13	20	16	14
ク レ モ ナ	14	21	16	16
カ ネ ビ ヤ ン	29	36	31	29
アミラン (樹脂加工)	52	—	42	35
同 (非樹脂加工)	55	—	50	45

考察 クレオソート油で処理した場合には綿糸でも合成繊維でも抗張力及び伸度とも殆ど影響を受けない。クレモナ及びカネビヤンではクレオソート油に浸漬直後にはやや低い抗張力を示しているが風乾3昼夜後には素糸と同程度に回復している。アミランは抗張力には殆ど変化がないが伸度はクレオソート油に浸漬により、又更に風乾により幾分低下することを示している。

謝辞 御校閲を賜はつた源生所長並びに実験に終始御指導を賜はつた高山漁具漁法部長に厚く感謝します。

Effect of Tar Acids on Synthetic Fibre Fishing Twine

Ichiro HAYASHI

Synopsis

With view to increasing the weight of the synthetic fiber fishing twine and alleviating the abrasion wear, coal tar is proposed for dyeing the twine. However, synthetic fibers are supposed to be susceptible to effect of organic acids contained in coal tar. With this view in mind, experiments have been carried out to see how much tar acids will affect breaking strength and elongation of various synthetic fibers in comparison of cotton twines.

Findings from the experiments are: the concentration of carbonic acid usually contained in commercial coal tar did not seriously affect the physical properties of synthetic fiber twines. In a higher concentration of carbonic acid in coal tar bath heated at 60°C, breaking strength and elongation of the synthetic fiber twines were markedly lowered. In the acetic acid bath of various concentrations and heated at 20°C, breaking strength and elongation of the sample materials were not measurably affected. Treatment with creosote oil did not also change the physical properties of the sample twines.

多磷酸塩の水産ねり製品への応用—I.*

使用条件の吟味

岡 田 稔・山 崎 惇 子

多磷酸塩を添加すると肉の膨潤性や保水性が高められ^{1), 2), 3), 4)} またソーセージの結着性(水産ねり製品の「足」に相当), 切口の状態がよくなり⁵⁾ 脂肪の分離を防止する効果があるとされ畜肉ソーセージではその使用が欧米でも国内でも普及している。水産ねり製品にも「足」の補強剤として多磷酸塩に大きな期待がかけられているが, 原料肉の性質, 製造法が畜肉の場合とはかなり違っており使用するにはかなりの検討が必要と考えられる。事実 1957 年 8 月に多磷酸塩が食品添加物として認められて以来水産ねり製品業者の間でその試用が行われてきたがその評価は非常にまちまちで全く反対の説が出るほどである。このため多磷酸塩を水産ねり製品に応用する場合に問題と考えられる点について吟味を行った。

実 験

I. 実験材料 A) 原料魚 多磷酸塩の水産ねり製品に対する効果を吟味するには原料魚の種類, 使用条件をかえて実験することが必要である。本報ではまず使用条件を吟味するため入手が容易でかつ魚肉ソーセージの主要原料である凍結クロカワカジキを用いることにした。

B) 磷酸塩 肉の結着剤として市販されているものは単独の磷酸塩ではなくピロ磷酸ソーダ, トリポリ磷酸ソーダ, ヘキサメタ磷酸ソーダ, ポリメタ磷酸カリ等の多磷酸塩を適宜組合せたものであつて, 大別するとポリメタ磷酸カリを含むものと含まないものと 2 種類とすることが出来る。そこで次の種類の磷酸塩試料を調製し実験に用いた。

配 合		1%水溶液の pH
試 料 A	トリポリ磷酸ソーダ $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ 50%	8.4
	ポリメタ磷酸カリ $(\text{KPO}_3)_n$ 50% ($n \approx 1.000$)	
試 料 B	ピロ磷酸ソーダ $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 50%	9.7
	トリポリ磷酸ソーダ $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ 50%	

なを試料 A 溶液はポリメタ磷酸カリを含むため粘稠で曳糸性がある。

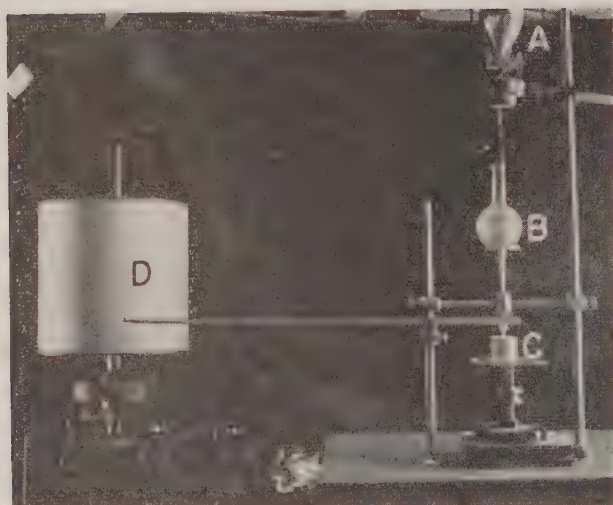
II. 実験方法

クロカワカジキ精肉に 3%の食塩, 30 %の水を加えてすり身をつくり, ソーセージ用のケーシングにつめて熱湯に浸漬, 通常 80°C で 50 分加熱し 1 晩放冷後測定を行った。なを磷酸塩はすり身に粉末のまま加えて混和し, 添加量は原料肉に対する重量%で示した。

磷酸塩の補強効果は官能的に検すると共にゲロメーターによつて物理的測定を行い, また保水性の目安として圧搾水分を求めた。

ゲロメーターは松本式測定器⁶⁾を改良したものをを用い先端に 0.5 cm の球をもつプランジヤーで試料(直径 3 cm, 高さ 3 cm の円筒)の表面を押し試料表面がやぶれるまでの過程をキモグラフに記録させる(Fig. 1)。一定速度で加重するため水銀を内径 1 mm の毛細管を通して落下さ

* 1958 年 7 月 11 日受理 東海区水産研究所業績 A 第 76 号。



第 1 図 「足」測定器

A: 水銀溜 (分液ロートの脚は毛細管), B: 受器,

C: 試料, D: キモグラフ

Fig. 1. Apparatus employed in determining jelly strength and breaking strain of fish sausage.

A Cylindrical piece of sample, diameter 3 cm×height 3 cm, (C) was pressed with a plunger until its surface was broken by increasing pressure applied by the addition of mercury (A) to a flask (B). Mercury was added at a uniform rate through a capillary tube. A load-deformation curve was written on a kymograph (D).

せる。キモグラフに記録される荷重-変形曲線は三宅式ゲロメーターで得られる曲線と似ており同様に処理してゼリー強度、凹みの大きさ、軟さが求められる⁷⁾。但し三宅式では一定量の空気を圧縮して試料に加重するためある時間以上になると圧力の増加が急激になり一定速度で加圧することが難しい。この点毛細管を通す水銀落下法による加重の方がすぐれておりまた装置も簡単である。

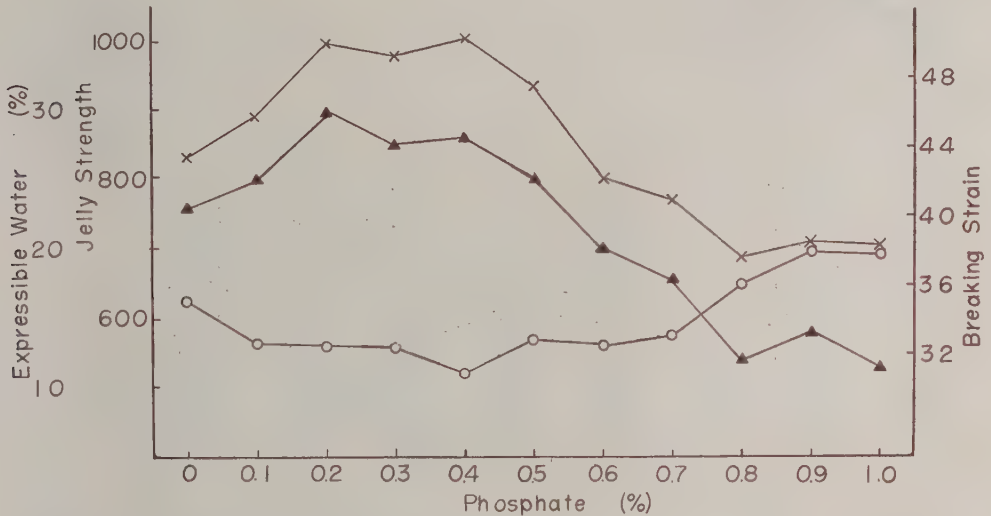
保水性の目安として従来は小型油圧式圧搾器を用い、いろいろの圧力で圧搾されて出る水分を測り圧搾水分曲線を求め好結果を得てきたが⁸⁾、この方法は測定に長期間を要し実験を迅速に行うには適しない。しかし適当な圧力をえらび測定条件を一定にすればその際の圧搾水分量で保水性の目安とすることが判つたので、圧力としては圧搾水分曲線上で差が最もよく現われる 10 kg/cm^2 をえらび、試料の大きさを直径 2 cm、高さ 0.3 cm の円板 (重さ約 1 g) とし圧搾時間を 10 秒に規定してその際の圧搾水分量で保水性の目安とした。

実 験 結 果

I. 添加量の影響

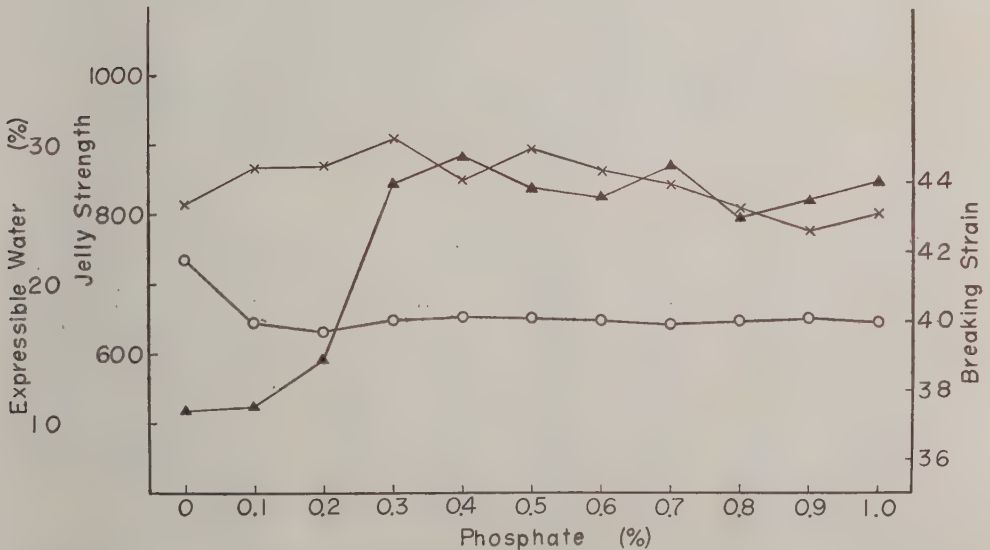
多磷酸塩試料 0.1~1.0% 相当量をクロカワカジキ塩すり身に粉末のまま加え添加量と補強効果との関係を見た。多磷酸塩を加えるとすり身は光沢をましました流動性が著しく増加する。このすり身を加熱してつくった製品は無添加のものにくらべ弾力が強くしなやかさをましました切口のきめが細かく光沢がよくなり食味が向上して「足」が補強されたことがはつきり認められる。この効果は 0.1% 添加でも認められ 0.2~0.5% で非常に顕著になる。しかし添加量がまし 0.6% 以上

になると一種の異味(エゴ味, 苦味)を感じた試料 A では弾力を失い脆さが出て「足」の補強効果は減少する。これらのことは物理的測定, 保水性試験でもはつきり認められる。(Fig. 2, 3)。すなわち多磷酸塩添加量のまずにつれてゼリー強度は高くなり試料表面が破れるまでの伸び一円みの大きさがまし同時に圧搾水分量が減少する。試料 A, B ともにこの効果は 0.2~0.5%で最大



第 2 図 多磷酸塩添加量の影響 (試料 A)

Fig. 2. Effect of amounts of the additives containing tripoly- and polymetaphosphate on the binding of fish sausage. (x): Jelly strength; (▲): Breaking strain; (○) Expressible water.



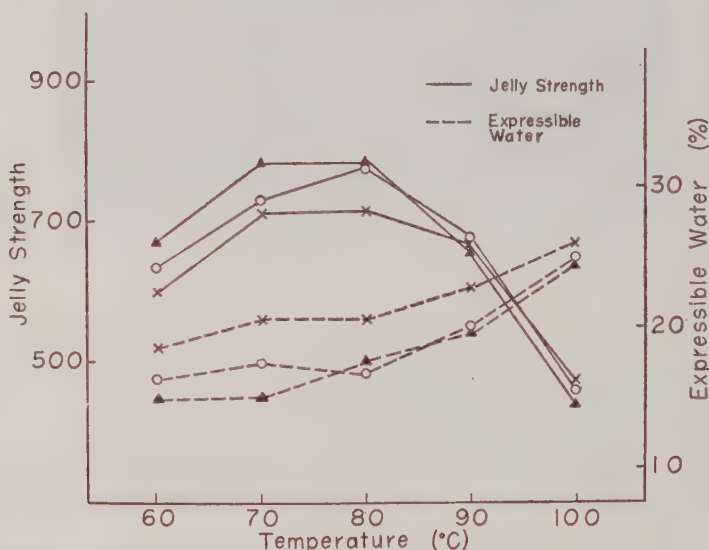
第 3 図 多磷酸塩添加量の影響 (試料 B)

Fig. 3. Effect of amounts of the additives containing pyro- and tripolyphosphate on the binding of fish sausage. (x): Jelly strength; (▲): Breaking strain; (○): Expressible water.

に達するが試料 A では 0.5% 以上ではゼリー強度, 凹みの大さともに小さくなり逆に圧搾水分量が増大して補強効果, 保水性が低下することが判る。以上のことからねり製品の「足」の補強効果を十分に発揮するのに必要な多磷酸塩量は 0.2~0.5% であることが判つたので以後の実験では多磷酸塩を 0.3% 使用することとした。

II. 加熱温度の影響

多磷酸塩試料 A 及び B をそれぞれ 0.3% 添加したクロカワカジキ塩ずり身(同一原料)を 60°, 70°, 80°, 90°, 100°C の湯に 50 分間浸漬* して加熱を行い加熱温度の影響をみた (Fig. 4)。焼



第 4 図 加熱温度の影響

○: 磷酸塩試料 A, ▲: 磷酸塩試料 B, ×: 無添加

Fig. 4. Effect of cooking temperature on the binding of fish sausage samples treated with pyrophosphate-tripolyphosphate (▲), tripolyphosphate-polymetaphosphate (○), and with no additives (×).

酸塩無添加のクロカワカジキは 80°C までは加熱温度が高いほど「足」の強いカマボコをつくる。90°C 以上ではすじつばくなりまた弾力を失い脆さをましカマボコとしての「足」は低下する。この傾向は温度の高いほど著しい。60°~80°C では同一加熱温度では多磷酸塩を加えた試料は無添加のものにくらべゼリー強度が大で, 圧搾水分は少く官能的にも「足」が強いことがはつきり判り多磷酸塩の効果が認められる。しかし 90°C 以上に加熱した場合には多磷酸塩の効果は低い加熱温度の場合のようにはつきりとは認められず無添加のものとの差は小さく, 高温加熱によるすじつばく脆い食味は防止出来ない。

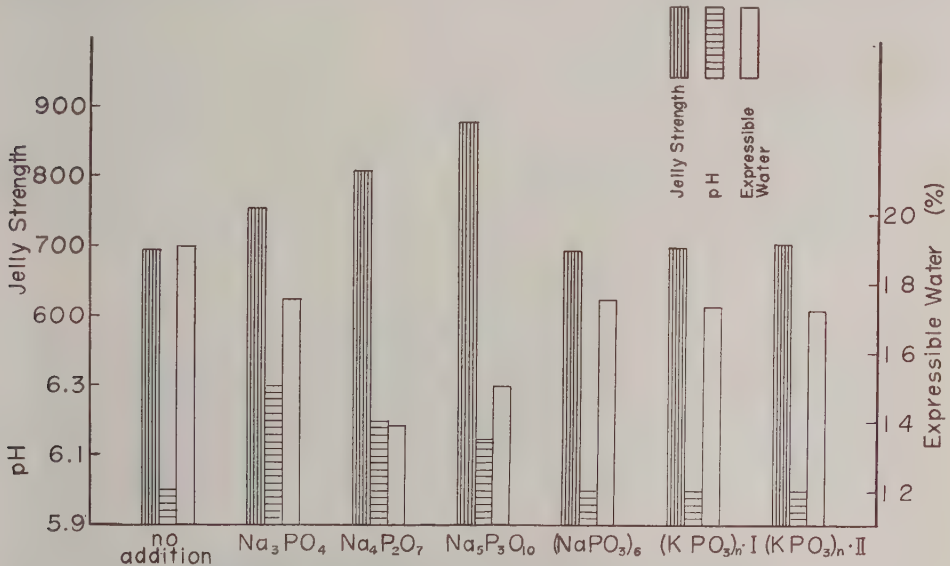
なを多磷酸塩の補強効果はこの実験にかぎらず一般に試料 A よりも B の方が大きいことが認められた。

III. 各種磷酸塩の効果

磷酸塩の種類による影響をみるため正磷酸塩として第 3 磷酸ソーダ Na_3PO_4 , 多磷酸塩としてピロ磷酸ソーダ $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, トリポリ磷酸ソーダ $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, ヘキサメタ磷酸ソーダ (重合度 10~

* 本実験条件下では 20 分で試料中心部の温度は湯の温度と同じになる。

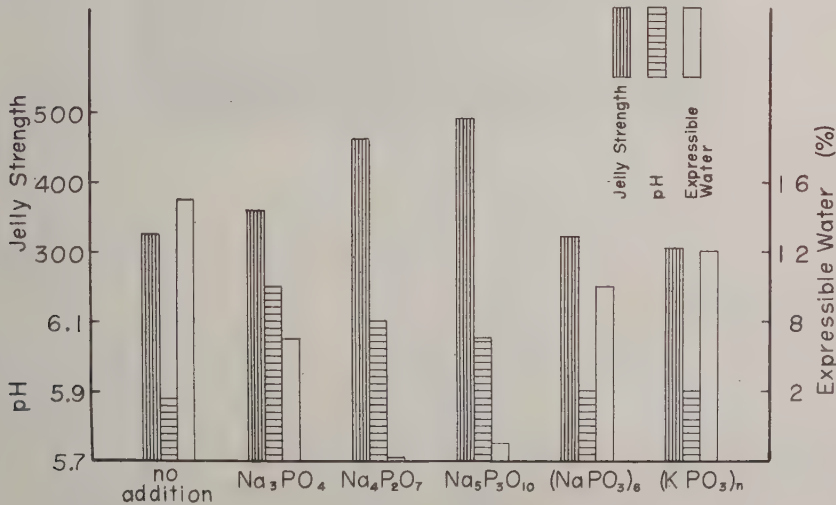
15) 及びメタ磷酸カリ* (重合度約 1,000 及び 10,000 の 2 種) を用いクロカワカジキの塩ずり身に 0.3% 添加し 80°C に加熱しておおのの補強効果を比較した (Fig. 5)。



第 5 図 磷酸塩の種類の影響

Fig. 5. Effect of various phosphates on the binding of fish meat. In $(\text{KPO}_3)_n \text{ I}$, 重合度 (DP) n : 1,000. In $(\text{KPO}_3)_n \text{ II}$, 重合度 (DP) n : 10,000.

加熱肉の pH は無添加, メタ磷酸塩<トリポリ磷酸ソーダ<ピロ磷酸ソーダ<正磷酸ソーダの順に高くなる。しかし官能的検査からも, 物理的測定, 保水性測定からもトリポリ磷酸及びピロ磷酸ソーダが特に強い補強効果を示すことが認められた。正磷酸塩は時には多少の効果を示すこ



第 6 図 牛肉ソーセージの結着性に対する磷酸塩の種類の影響

Fig. 6. Effect of various phosphates on the binding of beef.

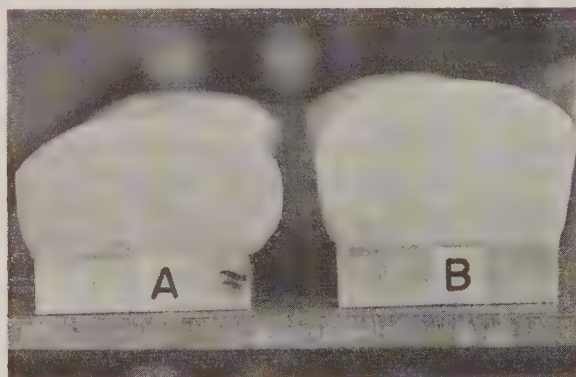
* メタ磷酸カリは水に不溶性であるがソーダ塩溶液には可溶ですり身には溶解分散する。

ともあるが強い効果は認められず、またメタ磷酸塩も補強効果が弱く重合度の大小と補強効果との間にははつきりした関係はない。ピロ磷酸ソーダとトリポリ磷酸ソーダが特に強い補強効果をもつので前述のように両者の混合物である試料 B が試料 A よりも効果が大きい結果が得られるのである。

同様の実験を脂肪の少ない牛肉（ $\sim 1\%$ ）の 30% 加水すり身を用い 80°C に加熱して実験を行つたがクロカワカジキ同様の結果で (Fig. 6), 補強効果はピロ磷酸ソーダ、トリポリ磷酸ソーダが一番強い。この場合は少量塩基添加の試料では多量の水（試料の 15 重量%）が分離する点魚肉とちがつている。この水の分離はメタ磷酸塩では 10~12%, 正磷酸塩では 7% と減少するが、ピロ、トリポリ磷酸塩では水の分離は殆んどなく保水効果が極めて強いことが判る。

考 察

多磷酸塩に「畜肉ソーセージ」の結着性を増進させる効果が認められているが、水産ねり製品の「足」の補強剤として効果があるであろうか。クロカワカジキを用いての本実験結果からすれば、0.2—0.5% 添加すればゼリー強度、固みの大きさがまし圧搾水分は減少し、官能的にもはつきりと「足」が補強されたことが認められ、「足」の補強剤として期待がもてる。また製品のきめが細くなり光沢をまし、色も白くなる等外観を改良する利点もある。しかしこれを実際に使用する場合にはすり身が非常に流動性をまし「身がだれる」ことは (Fig. 7), カマボコ、竹輪等加熱前



第 7 図 加熱前 30 分放置したカマボコ。

A: 磷酸塩 0.3% 添加, B: 無添加。

Fig. 7. Sections of Kamaboko A containing 0.3% of a phosphate additive, and B, no phosphate.

に一定の型を保たねばならぬ製品には大きな問題であり、また以下述べるように使用条件によつて効果が違う等吟味すべき点が多々ある。

多磷酸塩の補強効果は磷酸塩の種類によつて非常にちがひ特に強い効果をしめすのはピロ磷酸ソーダ（重合度 2）及びトリポリ磷酸ソーダ（重合度 3）で、正磷酸ソーダや磷が多数重合したメタ磷酸塩は重合度の大小にかかわらず強い補強効果はもっていない*。藤巻等⁴⁾も磷酸塩溶液の粘度——重合度が直接保水効果と関係のないことを見ている。

多磷酸塩の作用機作についてはいろいろな説が出されている。磷酸塩の効果が単に肉の pH を高くすることによるためだけではないことは正磷酸塩がピロ・トリポリ磷酸塩よりも肉の pH を高くするが補強効果が弱いことから察知される（実験 3）。

* 磷酸塩を適当に組合せればメタ磷酸塩でも相乗作業で強い補強効果を持つ可能性は考える必要がある。

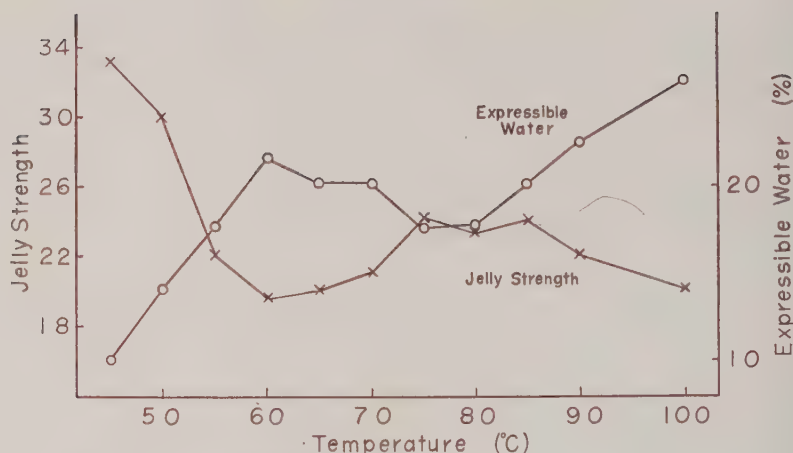
HAMM²⁾ は畜肉を用いての研究で多磷酸塩の効果は肉の pH を上げると同時に肉蛋白を水和させるからとし、塩類の肉蛋白を水和させる作用には 2 種類あるとしている。食塩等が肉蛋白を水和させるのはイオン強度の上昇による直接的な作用であるのに対し、磷酸塩のそれは肉蛋白と結合して水和性を低くしている Mg, Ca イオンをキレート結合することにより除去する間接的作用によるとしている。HAMM のアルカリ土類金属イオン除去による水和説に対しては藤巻等⁴⁾ は疑義を提出し、本実験でも多磷酸塩の中でもアルカリ土類金属イオンとキレート結合する力が一番強いヘキサメタ磷酸ソーダは補強効果はかなり弱く HAMM の説はそのまま受入れられないことを示している。

BENDALL¹⁾ は兎肉の膨潤に対する磷酸塩の効果と比較し、正磷酸塩、ヘキサメタ磷酸塩、ポリメタ磷酸カリにくらべピロ磷酸ソーダが特に強い効果を示すことを見ている。筋肉の主要蛋白であるアクトミオシンのアクチンとミオシンへの解離を ATP 同様ピロ磷酸塩がおこすことから、ピロ磷酸ソーダの肉蛋白膨潤に対する特異的効果はこのアクトミオシンの解離と関係があるとしている。本実験でも足の補強効果の強いのはピロ磷酸ソーダとトリポリ磷酸ソーダであり、トリポリ磷酸ソーダはピロ磷酸塩同様アクトミオシンの解離をおこす能力のあること⁹⁾ からすればこれらの塩のアクトミオシンの解離させる能力が足の補強効果と何らかの関係があるように考えられ、このことは多磷酸塩の補強効果の機作を明かにする上に大きな手掛りを与えるものであろう。

畜肉ソーセージでは多磷酸塩の効果があることがひろく認められているにも拘らず水産ねり製品ではその評価がまちまちである。このように評価がくいちがう原因として製造条件、原料肉の性質が魚肉と畜肉とではかなりちがっていることが考えられる。

製造条件のうちでも特に加熱温度にかなりの相異がみられる。畜肉ソーセージでは中心部の温度が 70°C 以上になることは殆んどないのに対し、水産ねり製品では天野、内山等¹⁰⁾ が各地の製品で測定しているように中心部の温度が 70°C 以上に加熱されることが殆どであり、魚肉ソーセージや澱粉含有製品では 90°C 以上に達する場合も極めて多い。しかも実験 2 で見たように 90°C 以上の高温加熱では多磷酸塩の補強効果は小さくなる。畜肉でも高温加熱すると多磷酸塩の保水性に対する効果も低下することが知られている⁴⁾。このように水産ねり製品の加熱温度の高いことが多磷酸塩を試用した業者がその効果を確かめえなかつた 1 つの原因と考えられよう。

それではなぜ 90°C 以上に加熱した場合に多磷酸塩の効果が小さくなるのであろうか。この原因として (i) 多磷酸塩の加水分解、(ii) 肉蛋白の高温加熱による変性の 2 つが考えられる。多磷酸塩の水溶液を放置すると加水分解をうけて正磷酸塩となるがこの反応は pH が低いほどまた温度が高いほど早く進む。このことから 90°C 以上に加熱すると加水分解がすみ多磷酸塩特有の性質を失って補強効果が小さくなることが考えられる。一方ねり製品の製造にあたり加熱温度が高いと製品の外観が悪くなりまたすじつぼくなつて「足」が落ちるといわれ、事実実験 2 の磷酸塩無添加の場合にもはつきり現われている (Fig. 4)。これは肉蛋白がはげしい加熱により丈夫な network が出来なくなるためか、または一旦出来た network がこわれるためと考えられよう。この肉の受けた影響があまりにも大きいと磷酸塩の作用が隠され効果が小さいという判断がされよう。グチのすり身を各種の温度で加熱して加熱温度と「足」との関係をみると 45~50°C に加熱したものは極めて「足」が強いが 60°C 以上になると脆いカマボコとなり「足」が著しく落ち (Fig. 8) クロカワカジキの場合とかなり様相がちがう。¹¹⁾ このグチを使つて多磷酸塩の効果を調べたが多磷酸塩は 65°C 加熱の際の「足」の低下を防止出来なかつた。クロカワカジキ 60~70°C 加熱では多磷酸塩の効果がはつきり認められるのであるから 65°C 加熱では加水分解のおこる心配はないと見てよからう。しかもこのような温度で起るグチ肉の「足」の低下を防止出来ないことを考えると多磷酸塩の効果にはある限度があり肉蛋白が熱によりはげしい変化をうける場合に



第 8 図 グチの足と加熱温度の関係

Fig. 8. Effect of cooking temperature on the binding of croaker meat.

はその効果が認め難くなるのではなかろうか。

畜肉ソーセージでは市販燐酸塩製剤の中でもポリメタ燐酸カリを含んでいるものの方が成績がよい¹²⁾。しかし魚肉を用いた本実験ではピロ燐酸塩とトリポリ燐酸塩の混合物（試料 B）の方がつねにポリメタ燐酸カリを含む試料 A よりも補強効果が大であつた。このように畜肉と魚肉とで好適とされる燐酸塩製剤がちがう原因として、畜肉と魚肉との性質、組成がことなっていることが考えられよう。しかし実験 3 でみられるようにゼリー強度等の物理的測定や保水性の点からすれば魚肉の場合と同様牛肉でもピロ燐酸塩、トリポリ燐酸塩の効果が極めて強く (Fig. 6), 魚肉でも牛肉でも多燐酸塩との反応は同じと考えられ肉蛋白の性質に差があるとは思われない。しかし食味の上からみると燐酸塩無添加のものは腥水がひどいと脆く弾力が弱くて水産ねり製品での所謂「ツミレ」に近いもので食味がわるい。ピロ燐酸塩、トリポリ燐酸塩を加えたものは保水性もまし弾力が強くてカマボコ様の食感を与えるが、畜肉ソーセージとしての風味に乏しい。この点メタ燐酸塩を混和したものは保水性、ゼリー強度ではやや劣るがソーセージとしての風味にすぐれ食味がよい。このように畜肉ソーセージと水産ねり製品の風味のちがいが燐酸塩の評価に大いに関係しており、畜肉ではポリメタ燐酸塩を混和した製剤が好まれ、一方弾力の強いものを良しとする水産ねり製品ではピロ、トリポリ燐酸塩を主体とする配合が良いことになる。

畜肉ソーセージと水産ねり製品とその成分を比較すると脂肪含量にかなりの差がある。畜肉ソーセージでは平均 20% の脂肪を含むが水産ねり製品では脂肪含量の高い魚肉ソーセージでも平均 7% にすぎず、水晒しをよくするカマボコ類では殆んど零と考えられる。一方ポリメタ燐酸塩とトリポリ燐酸塩の混合物には脂肪を乳化させる作用があると言われている¹³⁾。事実大豆油と燐酸塩の 0.3% 水溶液混合物を振盪混和して出来る乳化層の厚さから燐酸塩の乳化力を調べるとトリポリ燐酸ソーダとポリメタ燐酸カリの混合物は強い乳化力をもっている (Table 1)。畜肉ソーセージでは脂肪含量が高いため脂肪の分離防止は品質の面で大きな意義をもっていることを考えると、ポリメタ燐酸カリはその強い乳化力のため積極的に配合されていることが想像される。このように原料、製造方法、製品の風味がかなりちがっている水産ねり製品には畜肉とはちがつた燐酸塩の配合があつてしかるべきであり、また高脂肪含量の水産ねり製品をつくる際にはポリメタ燐酸カリの乳化力の応用が考えられよう。

以上考察したように水産ねり製品に多燐酸塩を使用する場合には製造条件、燐酸塩の種類等い

第 1 表 多 磷 酸 塩 の 乳 化 力

Table 1. Emulsification of soybean-oil by polyphosphates.

精製大豆油と磷酸塩 0.3%水溶液を等容量づつ混ぜ、1 分間振盪、生じる乳化層の厚さを求める。乳化層が厚いものほど乳化力が強い。

An equal volume mixture of soybean-oil and 0.3% aqueous solution of phosphate was shaken for one minute to measure the volume of the emulsified layer as an index of emulsifying ability.

磷 酸 塩 Phosphate	各時間放置後の乳化層の厚さ (%) Volume of emulsified layer at the end of storage periods (%)		
	10 min.	1 hr.	24 hr.
Tripolyphosphate	42	13	2
Hexametaphosphate	7	0	0
Polymetaphosphate	16	4	4
Tripolyphosphate + Hexametaphosphate	14	0	0
Tripolyphosphate + Polymetaphosphate	93	86	21
Water (no addition)	40	14	4
Lecithine	75	64	33

ろいろと問題があり畜肉での結果を簡単に受入れることは出来ず充分な吟味検討が必要であると考えられる。

さらに水産ねり製品に応用するにあたり一番大きな問題は原料魚の種類によつてその効果が非常にちがうことである。本研究に用いたクロカワカジキでは多磷酸塩の補強効果は殆どすべての場合に認めることが出来たが同じ魚肉ソーセージ原料でもキハダ、メパチ等では多磷酸塩 0.3%添加で補強効果は全く認められない。また鮮度のよいグチでは効果を認めたが、北洋ガレイ、冷凍タラ等では効果がない。一般に原料魚がある程度「足」のあるカマボコを造りうる場合には多磷酸塩の効果は認められるが、「足」の落ちた不良原料魚には効果がないように思われる。この点は今後さらに調査、実験を重ねる予定である。このように原料魚の種類、鮮度等によつて多磷酸塩の効果がちがうことが水産ねり製品業者の間での評価がまちまちである一番大きな原因であろう。しかしこの現象は磷酸塩の補強効果の機作の解明は勿論、カマボコの「足」の形成、魚種による肉蛋白の性質の相異等、ねり製品の原料学的研究で最も基礎的な現象の追求に大きな手掛りを与えるものと言えよう。

要 約

水産ねり製品の「足」に対する多磷酸塩の補強効果をクロカワカジキを用いて検討し、多磷酸塩を 0.2~0.5%添加すると物理的測定及び保水性試験からもまた官能的にも「足」が補強されることをみた。しかし添加量が 0.6%以上になると異味を感じた「足」も逆に低下することがある。

磷酸塩の補強効果はその種類によりことなり、ピロ磷酸ソーダ、トリポリ磷酸ソーダがもつとも強く、重合度の高いヘキサメタ磷酸ソーダ、ポリメタ磷酸カリ及び正磷酸塩は効果が劣る。

加熱温度の高い場合 (90°C 以上) では多磷酸塩の効果は低下する。これは肉蛋白がげしい加

熱により変性したためで磷酸塩の効果が隠蔽されるためと思はれる。

多磷酸塩の効果は原料魚種によりことなり、魚種によつては殆ど効果の認められぬことがあり常に「足」の補強剤として効果のあるものではない。

製造方法、原料肉の性質、製品の風味がことなる水産ねり製品には畜肉ソーセージの結果をそのまま導入出来ず、磷酸塩の配合、使用方法について充分な検討が必要である。

本実験を行うにあたり終始御指導いただいた右田正男先生、試料調製に御協力下さった日本冷蔵研究所上田、青木両技師、乳化力測定をして下さった日本油脂王子工場研究課、磷酸塩を恵与下さった関係各社の各位に厚く御礼申し上げる。

文 献

- 1) J. R. BENDALL: *J. Sci. Food. Agr.* **5** 468 (1954).
- 2) REINER HAMM: *Die Fleischwirtschaft* **7** 196 (1955).
- 3) C. E. SWIFT & REX ELLIS: *Food Technol.* **10** 546 (1956).
- 4) 藤巻、津田: 農産加工技術研究誌 **5** 62 (1958).
- 5) C. E. SWIFT & REX ELLIS: *Food Technol.* **11** 450 (1957).
- 6) 松本、新井: 日本水産学会誌 **17** 377 (1952).
- 7) 岡田、山崎: 東海区水産研究所報告 **13** 85 (1956).
- 8) 岡田、山崎: 日本水産学会誌 **22** 583 (1957).
- 9) F. H. M. MOMMAERTS: *J. Gen. Physiol.* **31** 361 (1958).
- 10) 天野、内山等: 日本水産学会誌 **20** 816 (1955).
東海区水産研究所報告 **19** 41 (1958).
- 11) 岡田、山崎: 日本水産学会大会 (1956) 講演
- 12) 矢野: 日本食品加工情報 No. **97** 9 (1958).
- 13) M. LERCHE & KELCH: *Fleischwirtschaft* **4** 59 (1952).

Action of Polyphosphates in Fish Sausage Products—I.

Influence of Processing Conditions on the Effects of Phosphates

Minoru OKADA and Atsuko YAMAZAKI

Synopsis

Advantages of adding polyphosphates to sausage, a rather common practice among meat industry, have raised a marked interest of fish sausage manufactures, because the phosphate additives are expected to help towards improving quality of the fish products as well, and especially in regard to the "binding" or "ashi". Absence of information available on the effects of phosphate additive on the binding of fish sausage led the author to an investigation here described.

Experimental methods

The meat used was frozen black marlin. Ground meat, water (30 g. per 100 g. of meat) and sodium chloride (3 g. per 100 g. of meat) were thoroughly mixed with a silent-cutter. Phosphates were added in powdered form in the end of mixing. Then meat emulsion was stuffed and cooked in water usually at 80°C. for 50 minutes.

Of two combinations of phosphates used, one was a mixture of an equal amount of sodium tripolyphosphate and potassium polymetaphosphate containing about 1,000

phosphate residues per molecule: the other, a mixture of sodium pyrophosphate and tripolyphosphate.

Determinations of jelly strength and breaking strain (a measure of cohesiveness) and expressible water (a measure of water retention) were used as indices of the binding. Jelly strength and breaking strain were determined with a gelometer shown in Fig. 1. To determine expressible water, a disc of sample (about 1 g.) was weighed before and after pressing between filter papers under 10 Kg./cm². for 10 seconds.

Results

The amount of phosphate

Relations between the amount of added phosphate and the binding of meat cooked at 80°C. are shown in Figs. 2 and 3. Concentrations of 0.2–0.5% were found most suitable to increase the binding of fish sausage to the maximum. In the range of concentrations above 0.6%, phosphate additives, especially those containing polymetaphosphate, had tendency to decrease the binding. The concentration of 0.5% was consistent with the limit of taste acceptance. Judging both from the palatability and from the binding quality, concentrations of 0.2–0.3% are preferable in the practical use.

Effect of cooking temperature

In comparing effects of heating temperature between meat emulsions with 0.3% phosphate additives and the control, the samples were heated over the temperature range from 60°C. to 100°C. for 50 minutes. The binding increased generally with increasing temperature up to 80°C., but then decreased sharply above 90°C. Although the effect of phosphates in improving the binding capacity of meat was well proved as in Fig. 4, it was significant that the effect was not as distinct at temperatures above 90°C. as below it. This phenomenon observed at the higher temperature range might be explained by a drastic denaturation of meat protein, which prevented the protein from forming elastic network of jelly, and partly by the hydrolysis of polyphosphate to less effective orthophosphate.

Effect of various phosphate compounds

The effect of the following series of phosphates was investigated: orthophosphate Na_3PO_4 ; pyrophosphate $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$; tripolyphosphate $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$; hexametaphosphate containing 10–15 phosphate residues; and two potassium polymetaphosphates containing either 1,000 or 10,000 phosphate residues per molecule. Both pyrophosphate and tripolyphosphate were found more effective than any other phosphate used to improve the binding quality of fish meat or beef (Figs. 5–6). The other phosphates gave similar results, orthophosphate being as effective as metaphosphates. As any significant difference could not be found among metaphosphates, no correlation seems to be inferable between the degree of polymerization (DP) of phosphate and their ability of improving the binding.

The finding that pyrophosphate and tripolyphosphate had a remarkable effect was consistent with an assumption proposed by BENDALL¹⁾ that the effect of pyrophosphate (probably of tripoly-) involves splitting of actomyosin.

In conclusion, it has been ascertained that addition of polyphosphates markedly increases the relative binding or “ashi” of fish sausage, but the action of the additives is affected by processing variables. Furthermore, it should be stated that polyphosphates are not always effective; they might be efficient for some varieties of fish, and not for others.

